Neue anatomische und physiologische

Untersuchungen

über

die Primitivnervenfaser

und

das Wesen der Innervation.

Beiträge

zur Ausfüllung obwaltender Lücken und zur Aufklärung mehrfacher Zweifel in der Nervenlehre.

Von

Dr. Herm. Klencke,

K. tit. Regmts-Arzte, pr. chirurgischem Operateur u. Geburts-Arzte; Inhaber mehrer Ehrenzeichen, korrespondirendem Mitgliede mehrer gelehrten Gesellschaften für Natur- und Heilkunde rc.

Mit einer lithogr. Tafel.

Göttingen, 1841.

Bei Vandenhoeck und Ruprecht.

Prüfet das Lebendige und ihr lernet das Todte verstehen!

Kl.

Der

Königlichen Fakultät

der

medizinischen Wissenschaften

zu Göttingen

erlaubt sich als „Aeußerung seiner hohen Begeisterung
für das segensreiche Wirken der Fakultät"

diese Schrift hochachtungsvoll und gehorsamst zu widmen

der Verfasser.

Vorwort.

In diesem Buche sind die Erfolge meiner Forschungen mitgetheilt, welche ich, zum Verständniß des Lebens im Nervensysteme, vielfältig unternommen hatte. Schon im Jahre 1834 beschäftigte mich die Mikrographie der Nerven fast ausschließlich; doch wurde diese Arbeit plötzlich durch Verhältnisse des praktischen Lebens und durch ein, auf dem Felde der Naturphilosophie sich ergehendes Forschen, dessen Resultate dem gelehrten Publiko bereits vorliegen — unterbrochen und erst im Winter 1839

vermochte ich mich, wenn gleich unter mehren Schwierigkeiten und bei Unterbrechungen, welche die Herausgabe meines »Systems der genetischen Histologie« herbeiführte, dem Gegenstande eifriger zuzuwenden. —

Eine Vergleichung dieser neu begonnenen Arbeit mit älteren Vorstudien war wol geeignet, zu größter Sorgfalt und Kritik aufzufordern und dem Forscher recht lebhaft vor die Seele zu führen, daß in einer Wissenschaft, in welcher innerhalb einiger Jahre so gewaltige Umgestaltungen und Entdeckungen gemacht waren, noch außerordentlich viel zu sichten, zu prüfen und aufzufinden übrig geblieben sei.

Das bewaffnete Auge hatte bedeutende Entdeckungen in einzelnen Regionen gemacht und der Verstand manche Theorieen daran gesponnen, um die sinnliche Wahrnehmung zu erklären — dennoch aber blieb so unendlich viel unerklärt, ja in der Zusammenstellung der Thatsachen widersprechend, daß man sich sehr hüten mußte, dem Auge allein zu vertrauen und lieber abzuwarten geneigt war, wie die Biologie dem somatischen Forschen hülfreich entgegen kommen würde.

Seit Ehrenberg's, Marshall Hall's u. A. großen und wichtigen Entdeckungen hatten Valentin, Burdach, Müller, Schwann und viele gleicheifrige Männer einen bedeutenden Schritt vorwärts gethan und nach dem, was wir jetzt vom Nervensystem und von dessen Lebensgesetzen wissen und wozu auch dieses Buch sein Theil beitragen möge, darf ich von meinem Standpunkte aus öffentlich behaupten, daß die Wissenschaft gegenwärtig über den feinsten Bau des Nervensystems und über das in demselben thätige, lebendige Etwas, welches wir neuerdings mit dem Namen »Innervation« bezeichnen, zur vollkommen klaren Erkenntniß gekommen sei und daß die allgemeinen Akten über diese wissenschaftliche Frage wol als geschlossen betrachtet werden können.

In diesem Buche glaubte ich die früheren Vorarbeiten als bekannt voraussetzen und ihrer nur in dringenden Fällen erwähnen zu dürfen. — Es war mir aber stets vom höchsten Interesse, in der Geschichte der Entdeckungen am Nervensystem auf die intuitiven Vorgänger zu treffen, welche oft der Wahrheit mit Messer und Loupe so nahe kamen und dennoch so weit davon in der geistigen Behandlung des Gefundenen standen, weil ihnen die biologische Er-

kenntniß nicht auf die wichtigsten Fragen Antwort geben konnte.

Gegenwärtig steht die Sache anders. — Wir haben eine ächtwissenschaftliche Physiologie, welche namentlich durch Carus, R. Wagner, Schultz ꝛc. zu einer zeitgemäßen naturphilosophischen Höhe stieg; wir thun der Wissenschaft Unrecht, wenn wir allein durch empirische Forschung zur Wahrheit gekommen zu sein glauben; was hätten wir mit dem Material allein beginnen sollen, wenn nicht die geistige Anschauung so gewaltig reformirend neben der Mikrologie aufgeblüht wäre! —

Eine Untersuchung bleibt uns aber im Nervensysteme noch übrig und ich zweifle, daß uns das Mikroskop darüber Auskunft geben wird. Ich meine die Untersuchung, wie sich das Gehirn, in seiner Bedeutung als complizirtes, in seinen inneren Verhältnissen verschobenes Rückenmark, architektonisch verhalte und wo die einzelnen Primitivfasern ihre centrale Endumbiegung finden mögen. — Es kann nicht fehlen, daß in künftigen Jahren zahlreiche physiologische und pathologische, namentlich vergleichende Beobachtungen auf richtige Schlüsse führen werden, die eine noch genauere, optische Vorrich-

tung vielleicht sinnlich bestätigen kann — hätten wir aber diese Kenntniß erreicht, dann vermöchten wir den Primitivfasern überall zu folgen, könnten die Akte der Innervation mathematisch bezeichnen und wie bedeutsam solches für die Lebenswissenschaft sein müßte, das erhellt schon aus den gewichtigen Anwendungen, welche wir von der heutigen Kenntniß der Primitivfaser und von der etwaigen centralen und peripherischen Wiederauffindung eines und desselben isolirten Fädchens zu machen wissen.

Wie sehr man sich aber bei jedem tieferen Eindringen in die Nervengebilde und Statik der Innervation hüten muß, alle Lebensakte nur allein der Nervenfaser und dem Belegungsbläschen zu vindiziren, das hat die Biologie in neuester Zeit bestätigt und ich werde im Verlaufe dieses Buches, wenn die Innervation ihrem Wesen nach dargestellt wird, streng zu unterscheiden suchen, welche Empfindung und Gegenäußerung auch nicht nervosen Theilen zukomme. —

Im Allgemeinen bevorworte ich noch, daß sich die Untersuchungen, welche ich in den Paragraphen dieser Schrift mittheile, vorzugsweise auf das Nervenbläschen, die Primitivfaser und das in ihnen

erzeugte und fortgeleitete Innervationsprinzip beziehen und daß ich namentlich das Gesammtverhalten einer Primitivfaser, ferner ihre Struktur und ihre peripherische Umbiegungsform im Allgemeinen und in besonderen Gegenden, zum Objekte meiner mikrologischen und physiologischen Betrachtungen gemacht habe.

Die beigegebenen Abbildungen zeigen approximativ bedeutende Vergrößerungen einzelner Primitivfasern und deren anatomisches Verhalten, wie ich dasselbe in vielen Vergleichungen als das wahre und wesengemäße erkannt habe. —

Was die histologische Bedeutung der Urgestaltung des Nervensystems anbetrifft, so brauchte ich darüber hier nichts zu erörtern, weil mein »System der genetischen Histologie« (Leipzig bei J. J. Weber) sich dieses ausführlicher zur wissenschaftlichen Aufgabe machte. In diesem Werke habe ich, obgleich mir jetzt in einigen Details genauere Erkenntnisse aufgegangen sind, doch das tiefere physiologische Verhalten der organischen Elementarformen wesentlich dargestellt und C. G. Carus ehrte meine Arbeit am Schönsten durch den Ausspruch: »»daß mit diesem Werke zuerst die bisherige Histo-

tomie zu einer wirklichen Histologie herausgebildet worden sei und das Werk in Wahrheit an vielen Stellen als ein auf eigener Erkenntniß beruhender Commentar zu dem Systeme der Physiologie von Carus betrachtet werden könne.«« — Dieser Ausspruch des großen Forschers (Hallische Jahrbücher, Januar 1841, № 15. u. 16.) wird auch hinreichend meine physiologische Stellung bezeichnen und meine Richtung beurtheilen lassen, welche sich nicht mit Anhäufung des anatomischen Materials und einer Anwendung der Physik auf dasselbe begnügt, sondern die jede Organisation als Denkprozeß des Naturlebens in immer klarerer Entfaltung darzulegen strebt. —

So viel sei hier über meine wissenschaftliche Tendenz denjenigen Lesern mitgetheilt, welche den Verknüpfungsfaden meiner bisherigen Arbeiten noch nicht näher kennen sollten; im Allgemeinen darf ich aber auf meine Grundsätze bei einer zeitgemäßeren Behandlung der anatomisch-physiologischen Thatsachen hinweisen, welche Oken im achten Hefte seiner Isis von 1840 bekannt machte.

Einer späteren Zeit möchte ich es aber vorbehalten, die feinere Konstruktion des Gehirns selbst

und die Nachweisung der Rückenmarkslagen im Centralorgane bildlich und schriftlich zur Anschauung zu bringen, sobald ich erst die mich jetzt beschäftigende »Symbolik der Organe« vollendet haben werde, welche die ideelle Seite der somatischen Gebilde des Lebens aufklären und worin Vieles ausführlicher behandelt werden soll, was in früheren Schriften meiner Feder nur angedeutet oder, dem Stande dieser Erkenntniß nach, nur unvollkommen ausgedrückt werden konnte. —

Braunschweig, im Januar 1841.

H. Klencke.

Uebersicht der Abschnitte.

Fig. 1.

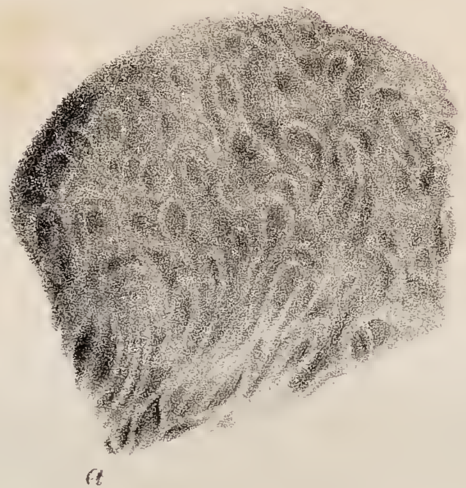


Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5.

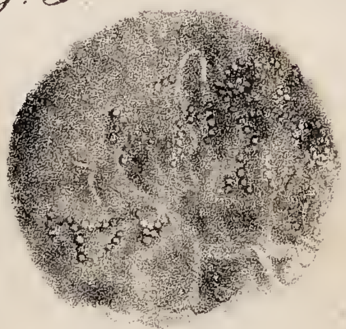


Fig. 6.

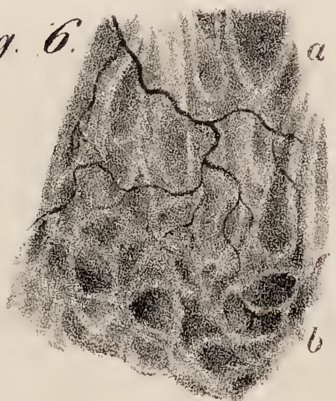


Fig. 7.



I. Einleitung.

1. Das Verständniß der Lebensaktionen im Nervensysteme ist nur möglich, wenn die Anatomie die Form nachweisen kann, in welcher das organische Leben sinnlich wahrnehmbar wird und wodurch dasselbe der biologischen Anschauung hinweisend und bestätigend entgegen kommt.

2. Der Organismus ist der sinnlich wahrnehmbare Abdruck, gleichsam die schematische Wiederspiegelung der Lebensidee, welche durch Entfaltung organischer Form ihr Theilhaben und Eingeordnetsein im Naturleben vermittelt. Da diese Lebensidee (an sich und ursprünglich rein abstrakten Wesens) durch den Organismus in das Naturleben, mithin in das sinnliche und endliche Leben, eintritt und sich zeitlich und räumlich offenbart, so muß sie auch in diesen extensiv entfalteten Formen einen symbolischen Charakter ausprägen und durch diesen der Wissenschaft verständlich werden. Die Naturwissenschaft entwickelt sich daher nach zwei Richtungen. Einmal wendet sie sich der Natur mittelst sinnlicher Wahrnehmung zu und erforscht die Gestaltungen des schaffenden Lebens, zweitens aber strebt sie auch, in ihrer Bedeutung als Vernunfterkenntniß, das schaffende Leben an sich, die

ideelle Seite der Natur zu begreifen und dadurch erst zur wahren Wissenschaft zu gelangen, daß sie nicht die Form allein in äußeren Lebenserscheinungen zu erkennen sucht, sondern das innere Leben selbst, die Centralität der Erscheinung und ihr Verhalten zum Weltganzen auf vernünftige Weise geistig anschauen will.

3. Der Organismus darf daher ebenso wenig rein empirisch, wie rein abstrakt erforscht werden, denn das Eine würde ebenso zur unzulänglichen Einseitigkeit führen wie das Andere. Anatomie und Physiologie dürfen daher, wo die Wissenschaft höhere Zwecke hat, als nur zur Instruktion des Schülers zu dienen, niemals als vereinzelte Doctrinen erscheinen, sondern müssen sich wissenschaftlich durchdringen, d. h. die anatomische Form soll von der begreifenden Vernunft in ihrer ideellen Bedeutung erkannt werden.

4. Ein Blick auf die Vorgänger belehrt uns vielfältig, daß der Irrthum bei der alleinigen, empirischen Forschung ebenso groß, als die unfruchtbare Hypothese einer alleinigen philosophischen Schätzung der konkreten Natur war und es sind daher in gegenwärtiger Epoche des Wissens sinnliche Wahrnehmung und intellektuelle Anschauung als eine Forschung zu vereinigen.

5. In meinen, hier folgenden Untersuchungen habe ich, wie es auch schon in den früheren Arbeiten meines Wissens vorliegt, beide Richtungen des Forschens nicht aus den Augen verloren und ich halte es für nothwendig, wie hier geschehen, am Eingange naturwissenschaftlicher Forschung sogleich den individuellen Standpunkt anzugeben. —

6. Die Leiblichkeit führt uns symbolisch auf das darin waltende Leben. Der Organismus soll nicht als Leichnam untersucht, sondern aus seinen Lebensoffenbarungen und seiner Grundidee verstanden werden. Das wahrhaft innerste Leibliche, die individuelle Körperlichkeit eines Organismus, welche die Grundgestalt des Ganzen und das zunächst vom Leben eigenthümlich Bestimmte repräsentirt, ist das Nervensystem und alle übrigen Gebilde sind weiter nichts, als Uebergangs- und Mittelglieder zwischen individuellem Nervensystem und dem Gegensatze des Individuum, der Außenwelt.

7. Eine genaue Kenntniß des Nervensystems muß daher eine vorleuchtende Fackel für jedes fernere Verständniß werden und es erhellt daraus die große Wichtigkeit und Bedeutung, welche zu allen Zeiten und namentlich in den letzten Jahren der Lehre vom Nervensystem zugeschrieben wurde. Da aber die Lebensäußerungen immer durch ein leibliches Organ geschehen, da die Aktionen des Lebens im Nervensystem so außerordentlich detaillirt, fein, vielfach modifizirt und wie ein Hauch erscheinen, so mußte man schließen, daß für jede zarte Aktion auch ein leiblicher, äußerst feiner Träger vorhanden sein müsse und die Mikrologie entdeckte auch, daß das somatische Verhalten des Nervenlebens ein äußerst feines, zartes und sich fast der Wahrnehmung entziehendes sei.

8. Die Feinheit nervoser Gebilde war der Grund unzähliger, bis in die Gegenwart reichender Irrthümer, da die Mikrologie zu bald auf Empirie hinauslief und die meisten Forscher mit dem Wahrgenommenen nichts anfangen konnten oder es verschmähten, mit einem gei-

stigen Blicke über das organische Ganze, die Analogieen der Lebenserscheinungen aufzusuchen. —

9. Es kann hier auf allgemeine Mängel nicht eingegangen werden, da wir das Nervensystem allein näher darstellen wollen. —

10. Ein großer Mangel aber, der allem besseren Einsehen bis auf diese Stunde hinderlich ist, liegt in der Meinung, daß die Aeußerungen der Nerven nur sensibel und motorisch seien und man unterschied die Nerven in Empfindungs- und Bewegungsnerven, obgleich selbst Experimente bewiesen, daß solche Fasern, welche empfinden sollten, auch Zuckungen auf Reize veranlaßt hatten. Was man bei solchen Versuchen nicht erklären konnte, wurde indessen nach Halls angeblicher Entdeckung den Reflexionsnerven zugeschrieben, aber auch diese wollten nicht alle Beobachtungen unter eine gezwungene Erklärung bringen.

11. Empfindung und Bewegung sind nur zwei Erscheinungen im Nervenleben, aber nicht alle. — Zuerst muß nie vergessen werden, daß der ganze Organismus aus der ursprünglichen Nervenmasse des Keimes hervorgegangen ist, daß die Gewebe mithin sämmtlich ihre Empfindung und Reaktion haben und zwar in demselben Grade, in welchem sie mehr oder weniger in andere Qualitäten umgewandelt sind. Ein Gebilde, welches z. B. als Muskelfaser der Urmasse näher steht, als das gleichsam daraus hervorgegangene Knochengewebe, wird auch eine höhere Empfindigkeit und Reaktion haben, als letzteres, aber beiden kommt sie als thierisch-lebendige Substanz zu. Die Formen, welche wir Ner-

vensystem nennen, sind nur aus der Urmasse zu höherer und höchster Potenz fortgebildete Qualitäten und in demselben Maße zur höchsten thierischen Substanz, also zur höchsten Empfindigkeit und Reaktion potenzirt, als die andern, nicht nervosen Gebilde sich mehr und mehr davon entfernten. Diese höchst thierische empfindende und reagirende Substanz muß daher der Grundidee des Lebens am nächsten stehen, muß der eigentliche Leib im Leibe sein und auf das Wissen der Seele und das Thun derselben den nächsten Bezug haben.

12. Ehe ich zur eigentlichen Darstellung des Gegenstandes schreiten kann, habe ich dem Leser folgende Grundbegriffe und Unterscheidungen zum nähern Nachdenken zu empfehlen.

13. Jede thierische Materie hat (natürlich lebend) zwei Ureigenschaften, die ihr nicht als Atomen, oder s. g. Körperkräfte inwohnen, sondern nichts anderes, als Aeußerungen der besondern Lebensidee sind, der die thierische Masse ihr Sein und Leben zu danken hat. Diese beiden Ureigenschaften sind Empfindigkeit und Reaktionsvermögen.

14. Das Nervensystem ist das höchste, substantielle Thierische, deßhalb besitzt es die höchste Empfindigkeit und Reaktionsfähigkeit.

15. Empfindigkeit und Reaktion äußern sich in zwei Graden oder Potenzen. Es giebt eine bewußtlose Empfindigkeit und eine bewußtlose Reaktion. Wir nennen sie Fühlungs- und Handlungsvermögen oder: **Perceptio** und **Actio**. Wir entdecken diese unterste Potenz der Lebensäußerung in allen nichtnervosen Gebil-

den und in einem entwickelteren Grade in dem sympathischen Systeme.

16. Kein Geschöpf kann aus dem Keime entstehen ohne Konflikte der individuellen Lebensidee mit der Außenwelt; Konflikt setzt gegenseitiges Einwirken voraus, folglich im Keime die Fähigkeit, erregt zu werden. Diese Fähigkeit ist das Fühlungsvermögen, die Perception. Die thierische Urmasse erweckt darauf das Handlungsvermögen, die Aktion, diese aber ist nichts anderes, als Bewegung in der Masse, Bildungsbewegung, Substanzmetamorphose und Gestaltung. Hier ist an keine Nervenäußerung zu denken, denn die Masse bewegt sich in bildender Umwandlung, ehe ein gesondertes Nervensystem existirt, weil die ganze Masse Nerv ist.

17. Mit dem gesonderten Nervensysteme tritt eine höhere Potenz des Fühlungs- und Handlungsvermögens ein. — Die Erfühlung bleibt entweder bewußtlos, oder kommt zur Vorstellung des Geschöpfes; das Handlungsvermögen erfolgt entweder ohne Wissen, aber in besondern Organen (Muskeln), deren Aktion Bewegung in höherer Potenz ist, oder es erfolgt mit Wissen, als willkürliche Bewegung. Wir haben demnach folgende Steigerung des Fühlungs- und Handlungsvermögens anzuerkennen.

α. Beide Lebenserscheinungen sind wesentlich in jeder lebenden Thiersubstanz, je nach dem Grade, in welchem sie von der urthierischen Punktsubstanz abgewichen sind. Alle Gebilde des organischen Ganzen sind aber dadurch befähigt zu beiden Lebensäußerungen. Nehmen sie Eindrücke von Außen auf, wird die Lebensidee da-

durch umgestimmt und wirkt diese Umstimmung wieder zurück auf das Sein der Materie, dann haben wir darin die Phänomene der lebendigen Fühlung und Bildung. Die Ur-Reaktion ist nichts anderes als Bildungsbewegung in der sich metamorphosirenden Masse.

β. Mit dem Nervensysteme treten höhere Potenzen dieser Phänomene ein. Das untere Nervensystem ist das der Bildung, das sympathische; es nimmt die Vorgänge im Bildungsleben, welche dieses von anderen Lebenskreisen erfahren hat, auf, percipirt sie und erweckt Handlungsvermögen (Aktion), welches nun mehrfach sich äußern kann. Handelt die Lebensidee auf empfangene (bewußtlose) Perception, so geschieht dieses 1) auf dynamische Weise, d. h. es offenbaren sich elektrogalvanische Aktionen, Wärme, magnetische Erscheinungen; 2) auf chemische Weise, d. h. die organische Substanz wird umgeändert, chemisch combinirt und geschieden; 3) auf organisch-ideelle Weise, d. h. die organische Substanz wird von der Idee bestimmt, gerade diese oder jene Gestalt und Bildung zu nehmen; 4) auf mechanische Weise, d. h. es wird die unwillkürliche Muskelfaser zu Bildungszwecken bewegt. — (Es leuchtet schon hier ein, wie irrig es ist, in jeder Reaktion nur Bewegung sehen zu wollen.)

γ. Die höchste Potenz des Fühlungs- und Handlungsvermögens wird durch die Empfindung und Reaktion der bewußten Lebenssphäre, durch Vorstellung und Willkür offenbart. Der Nerv führt die Perception zum Centralorgane des Organismus, spiegelt sie in das Bewußtsein der Lebensidee hinüber und diese reagirt

willkürlich, gewöhnlich durch Muskelbewegung, aber auch, und dieses darf nie übersehen werden, bei Individuen mit starkem Willen, auf dynamische Weise. (Das später zu erforschende Wesen der Innervation wird uns überzeugen, daß allen Reaktionen immer erst eine rein dynamische Wirkung vorhergehe, ebenso, wie den Empfindungen, so daß also Empfindung und Reaktion immer nur secundäre Erscheinungen sind, die den primären, d. i. den verschiedenen Innervationsströmungen, folgen.)

18. Ohne Centralorgan und namentlich ohne große Hemisphären gäbe es keine bewußte Aktion der Nerven. Alle Nerven, welche deßhalb zum Bewußtsein leiten und vom Bewußtsein ausgehen, müssen in dem Gehirn und namentlich in den großen Hemisphären eine centrale Bedeutung haben.

19. Es giebt keinen Nerven, welcher nicht im Gehirn central endete. Alle Rückenmarksnerven gehen dorthin, so wie alle Ganglienнerven.

20. Die Urgestalt des leitenden Nerven ist die äußerst zarte Faser; die der Centralmassen aber ein eiförmiges Bläschen. Allenthalben da, wo Bläschen vorkommen, entstehen Reflexströmungen in den Nerven und es entsteht ein ähnliches Verhältniß wie im Gehirn, wo Uebertragung der Empfindung auf Reaktion Statt findet.

21. Die Nerven müssen in ihrer Gestalt den Bedingungen einer dynamischen Innervationsströmung entsprechen und sind nicht freiendend.

22. Kein Nerv soll im normalen Zustande von der Außenwelt unmittelbar affizirt werden; dazu dienen die nichtnervosen, lebendigen Theile, namentlich die weichen

und halbflüssigen, welche sich gewöhnlich an den Nervenperipherieen finden. Jede Perception geschieht daher immer und zunächst durch das Nichtnervose und der Nerv empfindet nur den Zustand des eigenen, organisch-lebenden Vermittlunggebildes.

23. Diese allgemeinen Postulate habe ich als Einleitung voraufgeschickt, um schon jetzt Grundsätze anzudeuten, welche aus den folgenden detaillirten Forschungen hervorgegangen sind. Nach dem, was man im Allgemeinen über Nerven zu lesen gewohnt ist, sollte man schließen, daß es sehr wenigen Physiologen gelungen wäre, ein Ganzes aus ihrer Kenntniß der einzelnen Theile zu konstruiren, doch wo dieses nicht in der Anschauung aufgegangen ist, da wird man auch keine Wissenschaft von dem Gegenstande haben, den man zu kennen vorgiebt.

24. Was hier in der Einleitung dem denkenden Leser zur Betrachtung empfohlen wurde, wird in den Untersuchungen dieses Schriftchens seine volle und gewichtige Anwendung finden, weßhalb hier vorläufig keine Beweisführung nöthig ist.

25. Schließlich muß ich aber noch aussprechen, daß bei der Forschung eines Lebendigen nicht die Kenntniß von gewordenen Bildungen genügt, sondern daß wir nur durch Beobachtung des Werdenden etwas wissen lernen. Deßhalb hat eine Kenntniß, die am Kadaver erworben wurde, nur dann Werth, wenn sie die Kenntniß der lebendigen Entwicklungsgeschichte des Organismus unterstützt und es gilt auch hier der Göthe'sche Ausspruch, daß wir nur Das verstehen lernen, was wir

entstehen sehen. Jede Wissenschaft soll daher eine genetische sein *).

II. Von den Hauptgegensätzen in den somatischen Urverhältnissen des Nervensystems.

26. Jeder Uranfang der Organisation tritt als Eibläschen auf und so wie der Gesammtorganismus zuerst in sphärischer Gestalt erscheint, so wiederholt sich auch in dem kleinsten Raume der Bildung das Bläschen (das mikroskopische Ei) als Durchgangspunkt jedes organischen Werdens.

27. Wie in einer, im Werden begriffenen Substanz ein Wechselverhältniß mit der Außenwelt und eine innere, substantielle Umwandlung und neue Produktion Statt findet, ein Prozeß, den wir gemeinhin „Gährung“ zu nennen pflegen, so findet sich auch in dem Kreise eines werdenden Organismus Wechselthätigkeit mit der Außenwelt und innere, neue Gestaltung; die indifferente, homogene Masse nimmt den Weg einer, von inwohnender Lebensidee veranlaßten „Gährung“ und wir können nicht analoger und wissenschaftlicher die Erforschung organischen Bildungsbeginnens unternehmen, als wenn wir das Eibläschen und jede im Organismus entstehende Bläschenform für Erscheinungen einer, von individueller Lebens- und Daseinsidee angeregten Gährung auffassen. —

*) Vergl. die Einleitung zu meinem „System der Histologie.“

28. Eine weitere Forschung läßt uns aber auch erkennen, daß alle diejenigen organischen Gebilde, welche ihre Gährungsbläschenform fortwährend trotz der steten Lebensmetamorphose zu behaupten streben, immer eine, dem Ureie des Ganzen und somit einer gewissen Lebenstotalität entsprechende Bedeutung, eine Centralität, haben. Muskelfaser, Knochenfaser u. s. w. gehen sämmtlich aus der Bläschenform hervor und verwandeln sich durch lineare Entwicklung in die Faser; dagegen produzirt das Blut, durch Athmung angeregt, fortwährend das Gährungsbläschen im Blutkörperchen und in dem Nervensysteme bleiben stets unzählige Bläschen als solche auf einer sphärischen Stufe stehen, während andere sich gänzlich in Fasern verwandeln, um lineare, d. i. beziehende Bedeutung zu gewinnen. —

29. Wir dürfen schon hieraus schließen, daß den Bläschengebilden, da sie durch ihre Wiederholung der Eiform den Inbegriff des ganzen Organismus repräsentiren, eine immanente Centralleben-Bedeutung zukomme, daß in ihnen die Lebensidee sich zunächst offenbare und in jedem kleinsten Raume die Totalität des gesammten Seins abspiegele. Dieser Schluß wird auch durch die anatomische Anschauung bestätigt, denn Bläschen finden wir immer da, wo ein Mittelpunkt einer bestimmten Lebensäußerung Statt findet. Im Blute, dem Mittelpunkte des Bildunglebens, entwickeln sich stets die Blutblasen und in den Centralstellen des Nervenlebens überzeugt uns die Anhäufung der Nervenbläschen, daß hier Gebilde seien, auf welche die lineare Faser einen centro-peripherischen Bezug haben müsse.

30. Die beiden allgemeinen Gegensätze im somatischen Ausdrucke des Nervensystems finden sich in dem Bläschen und in der Faser. Im Nervenbläschen liegt Idiospontaneität, Bestimmung, in der Nervenfaser liegt Leitung, Vermittlung des Bestimmenden auf das Bestimmbare. — (Vergleiche hierüber meine ausführliche Mittheilung im System der Histologie.)

31. Wo wir daher Bestimmung der Lebensidee im Nervensysteme erkennen, da müssen wir Bläschen antreffen, wo Leitung zwischen zwei Lebenspunkten Statt findet, da müssen wir die Nervenfaser finden. Das Nervenbläschen verhält sich zu der Faser analog, wie die galvanische Säule zum Leitungsdrahte und dieser Vergleich wird um so wichtiger, wenn wir aus den Bedingungen des Leitungsdrahtes folgern können, wie die Nervenfasern sich zu ihren centro-peripherischen Polen verhalten müssen.

32. Keine Faser kann entstehen, ohne aus einer Reihe mikroskopischer Bläschen herauskrystallisirt zu sein. Je höher das Leitungsvermögen sich zeigt, um so reiner und isolirter muß die Faser sich entwickelt haben, je höher aber zugleich das Vermögen der Bestimmung ist, um so zahlreicher müssen die Bläschen in den Centralpunkten des Nervensystems angehäuft sein.

32. Im Anfange der Bildung ist die Nervensubstanz eine homogene Punktmasse. In der fortschreitenden Richtung zum Differenziren bilden sich an gewissen Centralstellen Anhäufungen von Bläschen und in der übrigen Substanz gerinnen Kanälchen, welche sich ebenfalls mit Bläschen gefüllt haben. Alles entsteht an dem-

selben Orte, wo es gesehen wird und nichts schiebt sich vom Centro aus in peripherischer Richtung fort, oder schießt in einzelnen vorhandenen Theilen zusammen, sondern alle Theile entstehen immer zugleich, wie im Krystallisationsprozesse. Die centralen Anhäufungen der Bläschen entwickeln sich nun immer deutlicher zu Nervencentralgebilden, die mit Bläschen gefüllten Kanäle aber differenziren sich in ihrem Inneren immer mehr zu Fasern und immer feineren Linien, während die Bläschen sich gänzlich verwandeln und aus ihrer Blasenhülle Faserhüllen hervorgehen lassen.

33. Bläschen finden wir daher im Nervensysteme: a) in den Centralgebilden, Gehirn und Rückenmark; b) in den secundären Centralgebilden, den Ganglien; c) in allen unentwickelt gebliebenen Nerven, daher in den s. g. organischen Fasern, und in früher Periode des Organismus, in allen Nerven des Fötus und Neugeborner; d) in eigenthümlichen Kapillarnervennetzen, welche über die Endigung der Fasern hinausgehen und Nerven auf unterster Stufe, ohne Faserisolirung, darstellen. — Fasern dagegen finden wir in allen wahren, entwickelten Nerven, welche die peripherischen Gebilde mit dem Gehirn in Rapport setzen sollen, weßhalb sie sich auf einer Seite in die Centralbläschenmasse einsenken, auf der andern aber sich den Gebilden zukehren, welche als Mittelglieder zwischen Nervenindividualität und Außenwelt Bedeutung haben.

34. Das ursprüngliche Nervenmark differenzirt sich also in zwei Lebensgegensätze, in das *spontane* und in das *leitende* Nervenmark, in *Bläschen* und

Faser. Beide haben wir in ihrem mikroskopischen Verhalten näher zu untersuchen, ehe wir Einsicht von den Lebensmomenten dieser Formen erlangen können. Ich wende die Betrachtung daher zuerst dem Nervenbläschen zu und werde dann die Faser, irrthümlich auch „Primitivfaser" genannt, näher zu beschreiben haben.

a. Belegungsbläschen.

35. Mit diesem Namen belegte Valentin zuerst die Nervenbläschen. — Sie verdienen diesen Namen mit Recht, da sie sich immer da, wo sie vorkommen, um die Primitivfasern legen, sie belegen und dieser Ausdruck sagt mir auch schon deßhalb zu, weil er an die galvanischen Belegungsplatten erinnert, mit deren Aktionen das Nervenprinzip so große Analogieen darbietet.

36. Es wird wol keinen Physiologen mehr geben, welcher Ehrenberg's Meinung wäre, wonach die ausgetretenen Kerne der Blutkörperchen gleichsam der Nahrungsstoff des Nervenmarkes seien und Belegungsbläschen würden. Da aus den Gefäßräumen kein substantielles Etwas heraustreten kann, was nicht dem indifferenten Eistoffe gleicht und für Exosmose fähig ist, so wird auch kein organisches Kügelchen und wäre es von der feinsten mikroskopischen Art, durch die Aderhäute dringen können.

37. Valentin, Remak, Schwann u. A. haben zuerst eine richtigere Einsicht von den Nervenbläschen gehabt. Man findet sie, wie ich bereits anzeigte, in allen Nervengebilden, wo das Leben idiospontane, aktive Bedeu-

tung hat, und außerdem in allen unentwickelten Nerven, über die ich später noch besonders zu reden habe. Obgleich Valentin diese Bläschen Kugeln nennt, so hat er sich doch in seiner Beschreibung des Vergleiches mit Eizellchen bedient und in seinen hübschen und getreuen Abbildungen (Leopold. Akten, Bd. 10. Th. 1.) bewiesen, daß er diesen Bläschenbau richtig erkannt habe. Jene Abbildung überhebt mich einer Zeichnung der Belegungsbläschen, wie ich sie schon im Februar 1836 mehren Freunden mitgetheilt hatte und die sich daher, da Valentin ungefähr zu gleicher Zeit seine Abhandlung schrieb, als wahr und untrüglich bestätigte.

38. Ich finde die Bläschen von sehr verschiedener Größe. — Alle schwimmen, namentlich in jungen Subjekten, in der Ursubstanz, der stets gegenwärtigen eistoffigen Flüssigkeit (s. meine Histologie), in welcher sie wie Gährungsprodukte gerinnen und gruppenweise nebeneinander entstehen. Die meisten zeigten ungefähr eine Größe von $^1/_{300}$ Linie, mehre sind bedeutend größer, viele aber auch nur $^1/_{450}$ Linie im Durchmesser. Am Rückenmarke und am Ganglion Gasseri sehe ich sie sehr groß und viele unter ihnen sind nicht unter $^1/_{25}$ Linie stark. Wenn man eine starke Vergrößerung auf sie richtet, dann erscheinen die zahlreichsten nur als eine Blasenhülle, in welcher ein heller, körniger Eistoff (Urstoff) enthalten ist, der etwas gröber gekörnt erscheint, als der Eistoff, der die Bläschen äußerlich umspült und verbindet. Niemals werden sie durchbohrt, weder von kleinen Gefäßen noch von Primitivfasern; der Gefäße bedürfen sie nicht, da ihr Nahrungsstoff ja eben die pa-

renchymatöse Eiflüssigkeit ist, welche mittelst Endosmose durch die Gefäßwände tritt und der Boden wird, worin die Bläschen wie Krystalle entstehen. Aber auch eine Durchbohrung des Bläschens von einer Primitivfaser ist ohne organische Nothwendigkeit, da, wie wir später bei den Akten der Innervation erkennen werden, das Lebensmoment der Bläschen schon durch ihre Juxtaposition an den Fasern erreicht ist. Die graue Substanz ist namentlich von den Belegungsbläschen gebildet, wie schon Valentin (Nova acta, pag. 150) aussprach, doch muß ich auch Purkinje's Behauptung als richtig bestätigen, wenn er die Bläschen in der sogenannten gelben Substanz zerstreut findet und eben so wahr ist es, wenn Berres (Anat. d. mikrosk. Geb.) die Bläschen an den peripherischen Stellen der Nervenfasern angeheftet erkennt.

39. Eine starke Vergrößerung stellt diese Bläschen folgendermaßen dar: zunächst äußerlich erkennt man eine aus zwei Blättern deutlich zusammengesetzte Hülle, von der Carus mit Recht behauptet, daß äußere und innere Haut sich analog dem Chorion und der Dotterblase verhielten. — Diese letztere Hülle enthält ein feingekörntes, oft krystallhelles Contentum und beinahe im Mittelpunkte, gewöhnlich aber excentrisch einer Seite genähert, befindet sich ein kleineres, sehr glänzendes Bläschen, in welchem man immer einen Kern oder selbst zwei oder drei neben einander erblickt. Die äußere Umhüllung des Ganzen trägt nicht selten einen farbigen grauröthlichen oder gelblichen Stoff, den man abspülen kann und wonach die Durchsichtigkeit des Bläschens zunimmt. Oft sitzt auch das Pigment in dem Contentum der Bläschen, und

man findet nicht nur runde, ovale und nierenförmige, sondern auch platte, viereckige und herzförmige Bläschen.

40. Die innersten Kerne sind immer oval und mehremale sah ich zwei so aneinandergestoßen, daß sie eine variköse Gestalt, einen Doppelkegel bildeten. Diese Wahrnehmung leitete mich auf folgende Betrachtung: Da alle Urnerven anfänglich nur aus einem Kanale und eingeschlossenen Bläschen bestehen, so geschieht es höchst wahrscheinlich, daß, in dem Verlaufe der Metamorphose zum Nerven, diese innersten Kerne wie in einem Krystallisationsprozesse zusammenschießen, anfangs variköse Reihen, später neue Cylinder bilden, welche mit einer äußerst zarten Punktsubstanz gefüllt sind, und daß folglich aus den Kernen die Primitivfasern hervorgehen. Daraus erhellte zugleich, daß keine solche Faser ein bleibendes Bläschen durchbohren kann, indem alle Bläschen, welche nicht mit zur Faser werden, neben derselben liegen bleiben. Bei den Muskelfasern hatte ich mich schon früher überzeugt (s. meine Histologie, Anhang), daß sie, anfangs aus Bläschen mit kleinen, ovalen Kernen bestehend, gerade durch Verschmelzung der Kerne und durch Auflösung des übrigen Contentum und Hüllengebildes sich erzeugen. Die Nervenbläschen beobachtete ich in verschiedenen Entwicklungsstadien an dem Fötus von Hausthieren und nach dem, was die Vergleichungen und genetischen Analogieen darüber bieten konnten, scheint mir der Vorgang folgender zu sein.

41. In dem zum Nerven werdenden Kanälchen gerinnen die Kerne und nehmen in ihrer ovalen Richtung zu, wodurch sie das Bläschen sprengen. (Diese Dehis-

zenz erinnert an das Dehiszziren des befruchteten Eies.) Gekörnte Flüssigkeit, welche das innere Bläschen umgab, ergießt sich, bei gleichzeitiger Resorbtion der äußersten Blasenwand, und nachdem die Umgebung des Kerns seine Differenz aufgegeben hat, gerinnt wieder aus dieser homogenen Urflüssigkeit die Scheide der Faser und der Bündel. Der Begriff des Werdens in der Natur fällt aber in seiner Grundbedeutung mit dem Phaenomene der Gährung, des Blasenaufwerfens zusammen. Die Kerne der Nervenbläschen, von denen ich glaube, daß sie solide sind, verwandeln sich, während sie zur Primitivfaser umgebildet werden, in Hohlcylinder, die dann, als Wiederholung des ersten Zustandes, wieder eine feine, krystallhelle Punktsubstanz einschließen, so daß also auch in der Primitivfaser die Gegensätze von Contentum und Hülle wesentlich bleiben. (S. darüber das Weitere später.)

42. Allenthalben, wo diese Belegungsbläschen gefunden werden, da geben sie dem Forscher ein Symbol ab, daß hier die Grundidee des Organismus vorzugsweise im Rapport mit dem somatischen Abbilde stehe, gleichsam in das Leibliche bestimmend überfließe und vom Leiblichen influenzirt werde. Schon die rohere Anatomie hat die Organe, in denen sie Nervenkügelchen fand, einem Centralsysteme zugezählt; doch dürfen wir nicht vergessen, daß auch nervose Gebilde vorhanden sind, in denen das Vorkommen der Bläschen einen untergeordneten Zustand, eine untere Entwicklung bezeichnet, wie in den sogenannten Kapillarnerven, welche Nerven auf embryonischer Stufe andeuten. Es ist eine, noch gar nicht

genug gewürdigte, aber von genetischer Wissenschaft als äußerst wichtig erkannte Wahrnehmung, daß im Organismus alle Durchgangsphasen des Werdens immer simultan in einzelnen Resten repräsentirt werden, als wolle der Organismus recht instruktiv den Naturforscher daran erinnern, daß die Organisation aus einer Reihe von Umwandlungsmomenten hervorgegangen sei.

43. Die Bläschen kommen vor, wie bereits §. 33. übersichtlich angegeben wurde: im Gehirn und Rückenmarke, in den Ganglien, in organischen Fasern (Nervi molles) und in den Kapillarnerven. Da ich in der Folge die Ganglien, organischen, grauen Fasern und Kapillarnetze besonders betrachten werde, so habe ich hier nur die Gehirn- und Rückenmarkbläschen weiter zu bestimmen.

44. Im Gehirn findet sich die größte Anhäufung der Bläschen und es ist schon aus dieser empirischen Thatsache der Schluß zu ziehen, daß im Gehirn ein Hauptcentralpunkt des Lebens gegeben wurde. Es versteht sich von selbst, daß das Volumen der Gehirnmasse von der Anzahl der Primitivfasern und Belegungsbläschen abhängen müsse und daher ein räumlich entwickeltes Hirn auch der Ausdruck einer höheren Differenz zwischen Faser und Blase und somit einer höheren Individualität des Organismus sei.

45. Die Bläschen finden sich namentlich in der sogenannten Corticalsubstanz und geben dieser das graue Ansehen. Die äußere, einem Chorion vergleichbare Hülle der Bläschen zeigt ein Pigment, welches man bei stark entwickelten Bläschen sogar an einzelnen Stellen deutlich

erkennen kann und das sicherlich ebenso in der Masse die graue Farbe hervorbringt, wie das Pigment der Blutbläschen in Masse die rothe Färbung.

46. Die sogenannte weiße, oder Medullarsubstanz wird dagegen wesentlich aus Fasern gebildet; doch legen sich auch um diese zahlreiche Bläschengruppen herum, die, wenn sie gedrängt sind, die grauen Portionen bilden, aber einzeln und zerstreut stehend, mehr in der weißen Farbe verschwinden. Vorzüglich angehäuft und in sehr dunkler Färbung kann man sie in den **Pedunculis cerebri** erkennen, ebenso im **Pes hippocampi major.** Im **Corpus striatum** sieht man sehr leicht die Bläschen schichtweise neben und zwischen Primitivfasern gruppirt und diese auch an vielen Stellen auseinander drängend, um sie vollkommen zu umgeben.

47. Die **Medulla oblongata** ist sehr reich an Bläschen, was auch diesem Theile, als höher entwickeltem Rückenmarke, analog ist. Verfolgen wir die Gliederung des Gehirns von hier ab, dann haben wir dasselbe einmal als Fortsetzung des Rückenmarks, dann aber auch als Ganglienbildung zu betrachten. Das Hirn ist der Theil des Nervencentrum, wo alle Primitivfasern ihre centrale Endigung finden und mit Bläschenmassen mannichfaltig umgeben werden.

Wie sich nun später die Ganglien überhaupt in unserer Beschreibung darstellen werden, so verhalten sich auch die drei Hirnganglien: Cerebellum, Vierhügel und großes Gehirn. Die drei Schädelwirbel entsprechen diesen drei Hirnregionen in genetischer und morphologischer Bedeutung und es sind nur die Details

weit complizirter verschmolzen und es haben sich zwischen diese Urwirbel noch Sinneswirbel mit Sinnes-Hirnblasen entwickelt, welche aber unseren anatomischen Blick nicht verwirren können.

48. In den drei großen Hirnganglien finden wir stets ein Zunehmen der Bläschen. In die Ganglien des sogenannten sympathischen Systems treten die Primitivfasern ein, trennen sich von einander, gehen verschiedene Windungen und Ablenkungen von der ursprünglichen Richtung ein und alle Zwischenräume werden von Bläschen ausgefüllt, welche auch als Corticalsubstanz das Ganglion schließen. Im Hirn ist dieses Verhältniß ganz dasselbe und nur complizirter. — Die Primitivfasern, welche durch die **Medulla oblongata** eintreten, werden zunächst durch das Cerebellum modifizirt. Hier sind die Bläschen zu einem starken Gangliongewebe entwickelt und viele Fasern enden schon hier und treten nicht wie in allen Rumpfganglien, wieder heraus. Es werden aber die Fasern verschieden abgebogen, zwei nebeneinander liegende durch Bläschen getrennt, oft wieder genähert, je nachdem die idiospontane Bläschenbedeutung hier realisirt wurde. Ein Gleiches erkennen wir an den andern Hirnganglien, vorzüglich am großen Gehirn. Hier finden bei weitem die zahlreichsten Primitivfasern ihre Centralendigung und tauchen sich in eine starke Belegungsmasse ein. Die physiologische Bedeutung werde ich beim Abschnitte von der Innervation erörtern. —

49. Eine Beobachtung, die mir besonders für Erkenntniß des physiologischen Nerventodes sehr wichtig ist

und die ich schon in meinem „Buche vom Tode“ andeutete, muß hier noch dem Leser mitgetheilt werden. Bei der mikroskopischen Untersuchung der Bläschen hatte ich viel Gelegenheit, alte Subjekte zu anatomiren. Sowol das Gehirn eines alten Säugethiers (Hundes und Pferdes) wie eines 97 Jahre alten Menschen boten mir Eigenthümlichkeiten der Bläschen dar. In allen jungen Organismen und in solchen, welche ohne organische Störungen das mittlere Alter erreicht hatten, zeigte das stark vergrößerte Hirnbläschen eine helle Durchsichtigkeit; — das innerste Bläschen, welches den Kern einschließt, ist immer klar zu sehen und wird nicht selten durch den Reflex der ganzen Blase so gehoben, daß es scheinbar oben an der Peripherie zu schwimmen scheint. In der Hirnsubstanz alter Geschöpfe habe ich dagegen zahlreiche Bläschen, namentlich in den Vierhügeln gefunden, die durchaus trübe und nicht so leicht zerfließbar waren, wie die hellen; ich fand, daß ein vom jungen Thiere genommenes Gehirnstück, welches einige Stunden in Essig gelegen hatte, anscheinend dieselben Bläschen zeigte; doch hatten die Bläschen einen sichtbaren Kern. Jene trüben Bläschen reflektirten das Licht wie es eine solide kleine Glaskugel thun würde, die keine innere Verschiedenheit der Medien erkennen läßt. Oeftere Vergrößerungen solcher Bläschen ergaben aber folgendes Resultat: a) In alten Organismen giebt es Belegungsbläschen, welche keinen scharf umgrenzten Kern haben, sondern deren Contentum sich in eine trübe, Krystallisationen ähnliche Masse mit reflektirenden Façetten verwandelt hat. b) Ferner giebt es Bläschen, welche einen so großen,

aber getrübten Kern zeigen, daß er dreimal größer, als gewöhnlich erscheint und von derselben Beschaffenheit ist, wie das Contentum der sub a erwähnten Bläschen. Daraus schließe ich, daß die Bläschen der zweiten Art auf dem Uebergange zu den gefüllten, gleichförmigen Bläschen stehen und diese letzteren ganz in Krystallisationskernchen ausgeartet sind.

50. Dieser solide Zustand der Hirnbläschen kann nicht ohne physiologische Bedeutung bleiben. Da die Belegungsmasse äußerst impressionabler Natur ist und ebenso von der Idee des Lebens, wie von den Zuleitungen der Nervenfasern alterirt werden muß, um einerseits durch ihre Zustandsveränderung die Daseinsidee umzustimmen, andererseits auch durch ihre von der Idee ausgehende Alteration Lebensmomente auf die Nervenleiter zu übertragen — so muß auch eine so sichtbare Metamorphose und ein zur Erstarrung führender Krystallisationsprozeß die Impressibilität der Bläschen, das Influenzirtwerden derselben von Seele und Nervenzuleitung, immer mehr beschränken und endlich tödtlich sistiren.

51. Bei dem Vorkommen consolidirter Bläschen in Masse findet man auch das markige, bläschenförmige Contentum der Fasern, d. i. der Nervenhohlcylinder, getrübt und gleichsam krystallisirt. Diese Beobachtung, die schon Ehrenberg machte, muß ich bestätigen. Jene veränderten Hirnbläschen aber, die ich verschiedenen Forschern gezeigt habe und die ich im Hirn organisch ausgelebter Geschöpfe Jedem unter einem starken Schiek'schen Mikroskop zu zeigen im Stande bin, halte ich für den somatischen Ausdruck einer zum Tode führenden Orga-

nisation, d. h. eines natürlichen Nerventodes. Meine Ueberzeugung steht um so fester, nachdem ich ein Theilchen vom mittlern großen Hirnlappen und ein anderes vom Wurm des Cerebellum eines Menschen untersuchte, welcher vier Jahre vor seinem Tode das Gedächtniß gänzlich verloren hatte und wie ein Kind willenlos gewesen war. Alle Bläschen, welche isolirt und deutlich erblickt werden konnten, zeigten eine, in Façetten reflektirende Substanz, die sie ganz ausfüllte, während man doch bei einem normalen Bläschen nicht allein die doppelte Blasenwand, den feingekörnten Inhalt und das innerste, eingeschachtelte Bläschen mit dem Kerne erkennen kann. — Noch überraschender war das zahlreiche Vorkommen der consolidirten Bläschen in mehren Ganglien des **Plexus coeliacus** bei einem Individuum, welches an **Phthisis abdominalis** gestorben war. Hier zeigte sich auch eine Eigenthümlichkeit der **Nervi molles**, welche fast nur aus Scheiden zu bestehen schienen, deren (sonst Bläschen enthaltendes) Gewebe nichts weiteres, als hellen feingekörnten Eistoff verrieth.

52. Im Rückenmarke bilden die Bläschen die mittlere, graue Substanz. Das Rückenmark ist, was hier vorläufig behauptet wird, nur der gemeinschaftliche Hauptstamm aller Rumpfnerven und kein Nerv endet hier central, wie Hall und Bell von den sogenannten Reflexionsnerven versicherten. Im Rückenmarke werden die Fasern nur auf das Mannichfaltigste von Bläschensubstanz umgeben, welche an vielen Stellen die Anschwellung des Stranges verursachen, doch nicht immer, da auch Zunehmen der juxtaponirten Fasern, namentlich in

den obern Parthien, eine größere Dicke des Stranges bedingt. Remak beschreibt in der grauen Substanz des Rückenmarkes solide, sich verästelnde Faserbündel, welche von den Bläschen entspringen sollen. Ich erkläre sie aber für Fortsetzungen der **Nervi molles** vom **Sympathicus**, der ja, um im Gehirn central zu werden, auch im Rückenmarke hinaufläuft. —

53. Die Bläschen der **Medulla spinalis** unterscheiden sich nicht von denen des Hirns oder der Ganglien. Sie umlagern die Fasern in zusammengedrängten und zerstreuteren Gruppen und oft traf ich auf Parthien, wo ich die Fasern auseinander treten, mit Bläschen umhüllt und isolirt umsponnen sah.

b. Primitivfasern.

54. Unter Primitivfasern versteht man die feinsten, isolirten Fädchen, welche ungefähr in der Dicke von $1/_{400}$ bis $1/_{350}$ Linie dem Mikroskope sichtbar werden und die immer erst in ausgebildeten Geschöpfen als deutliche Fasern erscheinen.

55. Man nannte diese Gebilde „Primitivfasern,“ weil man glaubte, daß sie die primäre Bildung im Nervensystem wären; allein dieser Irrthum entsprang aus der Unkenntniß von den Bildungsakten des Nervensystems, die immer mit der Bläschenform beginnen und entweder als bleibende Bläschen Centralorganen eigen sind oder in linearer Form zu den sogenannten Fasern gerinnen. Die Primitivfaser ist die letzte, die späteste Bildung und man thut am Besten, sie schlechtweg Faser zu nennen, um durch die alte Benennung

nicht im geraden Widerspruche mit der Bildungsgeschichte dieser Fasern zu stehen.

56. Es kann keine Nervenfaser entstehen, ohne vorher existirende Bläschen. Das Entstehen selbst können wir nicht sehen, wol aber vermögen wir aus den verschiedenen Zuständen der Bläschen, der beginnenden Faserbildung und der vollendeten Faser den Akt des Werdens anschaulich zu machen. Die Entstehung der Faser durchläuft drei Stadien der Progression:

57. Im Anfange gerinnen in der halbflüssigen Masse des embryonischen Organismus (nachdem der Meridian des mikrokosmischen Lebens, die Rückenmark-Primitivfalte, gezogen und somit Oben und Unten bestimmt wurde) — kleine Kanäle, welche bei der räumlichen Abscheidung einen Theil der homogenen Eiflüssigkeit einschließen. Diese eistoffige Punktmasse entwickelt immer deutlichere Bläschen und es gerinnt der Kanal zu einer immer bestimmteren Wandung.

58. Nachdem in fortschreitender Differenzirung des Organismus Centrum und Peripherie weiter auseinander rücken, zerfallen innerhalb der Kanäle die Bläschen und Punkte; es gerinnen aus dem eistoffigen Inhalte sehr helle Linien, welche als Anfänge der Fasern, niemals miteinander verschmelzen, sondern immer merklicher nach Isolirung streben. —

59. Im letzten Entwicklungsstadio sieht man die Fasern aus kleinen, feinen und etwas spiralförmig gedrehten Kanälchen bestehen, welche bei niedern Thieren Punkt- und Bläschensubstanz, bei höheren aber meistens ein helles, theils homogenes, theils durch zarte Linien

schattirtes Mark einschließen. Gruppenweise umgeben sich diese Fasern mit stärkern Scheiden, welche aus der sie umspülenden Eiflüssigkeit gerinnen und die Spiraldrehung der zusammengebündelten Fasern durchschimmern lassen. — Schon Fontana beschrieb den Cylinderinhalt als eine gallertartige Substanz. Ich sehe sie bei höhern Geschöpfen immer netzartig und streifig, und ausdrückbar. Einzelne Bläschen finden sich dabei immer eingeschlossen. Das von Remak (Fror. Notizen III. B.) beschriebene Band, welches Valentin leugnet, habe ich vergebens zu erkennen gesucht und stets einen halbflüssigen Inhalt, nie ein festes, theilbares, gestreiftes Gebilde bemerkt. Nur einige Male sahe ich ein ähnliches Band, welches dreifach in einer Röhre lag, aber deutlich als Bündel dreier Fasern und nicht als reine Primitivfaser sich darstellte. Ganz dasselbe werden die kleinen, bandartigen Elemente gewesen sein, deren Treviranus in s. Beiträgen H. 2. 39. erwähnt und die er „Markcylinder" nennt. Sollte aber nicht ein Zustand, wie ich in §. 49. andeutete, in alten Organismen einen bandartigen Nerveninhalt bis zu einem tödtlichen Grade veranlaßt haben?

60. Nicht so leicht, wie die mikrologe Beschaffenheit der Faser war es den Anatomen möglich geworden, das centrale und peripherische Verhalten zu erkennen. Schon die Bezeichnung: Wurzel und peripherisches Ende ist mit den Lebensaktionen des Nervensystems so widerstreitend, daß es zur mikrologen Aufgabe der Gegenwart gehört, das Anfangen und Enden einer Nervenfaser so evident wie möglich zu machen, um immer allgemeiner

die Ueberzeugung zu begründen, daß eine Nervenfaser gar kein Ende hat.

61. Wie wir diese Behauptung auf physiologischem Wege beweisen können, wird in der Folge aufgestellt werden; hier haben wir zuerst die Empiriker zu beruhigen und das Mikroskop zu fragen. Wie verhält sich zunächst die Nervenfaser peripherisch? —

62. Seit Hallers Zeit wähnte man, daß jede Primitivfaser frei ende, ebenso wie man sich damals nach Bichats Meinung die Arterien freiendend vorstellte. Man wußte, daß gewisse Nerven Lebensäußerungen vom Centro nach der Peripherie und andere umgekehrt leiteten und unterschied daher zwei Arten von Nervenwurzeln, eine sensible und eine motorische. Die Vorstellung von einem Baumreiser-Nervensystem wurde nicht von der Genesis widerlegt, weil damals keine genetische Wissenschaft existirte. Wissen wir aber, daß der Organismus ursprünglich als Blase, Hohlkugel, in die Erscheinung tritt und daß an einer Kugel keine andere Linien als Kreislinien gezogen werden können, so darf man schon mathematisch vermuthen, daß sowol die Gefäße, wie die Nerven kreislinig gebildet sein müßten, d. h. daß sie in sich selbst, in ihren Ursprung zurückkehren. —

63. Valentin und Emmert zeigten zuerst an schönen und instruktiven Abbildungen, daß jede Nervenfaser, wo sie in peripherischen Organen, z. B. in Muskeln lief, nicht frei aufhörte, sondern umkehrte, eine peripherische Schlinge bildete. Valentin schloß daraus empirisch, daß zwei im Gehirn isolirt entspringende Fasern,

von denen z. B. die eine motorisch, die andere sensibel sich verhalte, am peripherischen Ende sich vereinigten, gleichsam zusammenstießen und verschmölzen. — Ohne uns schon jetzt gegen diese unmorphologische Ansicht auszusprechen, wollen wir vorerst nur die Thatsache, nämlich die peripherische Umbiegung der anatomisch verfolgten Faser festhalten; denn diese ist wahr und durchaus einer physiologischen Lebenserkenntniß analog. Außer Burdach, Carus und Schwann, welche jene Thatsache bestätigten und abbildeten und auf deren Schriften ich hier verweise, muß ich eingestehen, daß es mir gar nicht schwer wird, jene peripherischen Bögen darzustellen. — Ich habe seit 1836 keinen Frosch präparirt, ohne zuerst die feinen, hübsch über die Muskelfasern steigenden Nervenumbiegungen zu suchen und zu finden; ich verfolgte mit der Nadel eine Faser weit über die Biegung hinaus und in der rücklaufenden Richtung, wo ich mehremale in denselben Nerven zurückgeführt wurde, aus dem die untersuchte Faser hervorging. Doch ist dieses nicht immer der Fall und ich sah Fasern, die sich über viele andere wegschlugen und in ein ganz anderes Bündel zurückliefen.

64. Die isolirte Verfolgung der Fasern in ihren Umbiegungen ist sehr schwierig, weil man leicht in den mannichfaltigen scheinbaren Vernetzungen der übrigen Schlingen den Faden verliert. Sehr schön sah ich diese Bögen in der Rückenhaut des Frosches, wo auch Burdach und Carus gleichen Anblick hatten. Am Mesenterium eines Hundes vermochte ich die Bögen weitausschweifend und immer weiter übereinander wegsteigend

zu sehen, doch darf man, wie ich namentlich hier am Mesenterium erkannte, nicht glauben, daß mit dem Faserbogen immer die letzte, äußerste Grenze des Nervensystems gegeben ist. Mit diesem Bogen schließen sich die unverästelten Fasern, aber es giebt noch wirklich genetzte, feinere, zerfließbarere und bläschenartig konstruirte Nervenfäserchen, welche sich über der Grenze der Bögen befinden und wie ein Nervennetz die Gewebe überspinnen. Hiervon später. —

65. Die Iris bietet dem Forscher ebenso deutliche peripherische Nervenumbiegungen dar, wie die Zungenpapillen, das Zahnsäckchen, die Hörblase, die Tastpapille, alle Muskeln ꝛc. und aus dem Vorkommen derselben in so verschiedenen Organen geht hervor, daß diese Art des peripherischen Verhaltens der Fasern das wahrhafte und überall normale sei. Dieses Verhalten deutet auch auf die erste Bildung der Faser hin, da die gerinnenden Urkanälchen, als Zeichnungen an einer Kugelperipherie, nothwendig ein Ganzes, Zusammenhängendes sein müssen.

66. Von der größten Wichtigkeit wird nun das genaue Erkennen der Faserbeschaffenheit am Centraltheile der Faser. Die Feinheit des Gegenstandes macht die sinnliche Anschauung sehr schwierig; doch hat das menschliche Auge auch hier Mittel gefunden, in die Kleinheit der Konstruktion einzudringen. Ich hatte schon längst aus den Akten der Innervation und deren physikalischen Analogieen **a priori** geschlossen, daß die Fasern im Gehirn sich ebenso, wie in der **Regio peripherica** verhalten, d. i. Bögen bilden müßten, wonach also jede

Faser in ihrer Gesammtgestalt eine in sich geschlossene Kette abgäbe. Diese Vermuthung habe ich bestätigt gefunden.

67. Die hypothetischen Reflexionsfasern Hall's, Grainger's, veranlaßten mich, in dem Rückenmarke nach Centralenden der Fasern zu suchen. Die sorgfältigste Forschung und die bedeutendste Vergrößerung boten aber keine andere Ansicht dar, als die, daß im ganzen Verlaufe des Rückenmarks keine einzige Faser ihren Centraltheil, ihr sogenanntes Ende finde, daß alle Fasern, wie in einem großen Nervenstamme, ohne Verschmelzung (nur mannichfaltig verschoben und zusammengebündelt, oft getrennt und isolirter) neben einander liegen, niemals ein Ende zeigen, sondern sämmtlich zum Gehirn aufsteigen. Die einzige Eigenthümlichkeit, welche das Rückenmark von einem großen Nervenstamme unterscheidet, ist die, daß im ersteren eine Menge von Bläschen angehäuft ist, die demselben die höhere Bedeutung eines Centralorgans giebt. Es finden sich allerdings kleine Umbiegungen, wie Remak beschreibt, und Schlingen, namentlich sichtbar in den Spinalganglien; indessen sind diese niemals Central-, sondern einzig und allein peripherische Endumbiegungen der aus dem Gehirn herabgestiegenen und wieder dahin laufenden **Nervi nervorum**. —

68. Wahrhafte Centralumbiegungen der Fasern sind aus physiologischen Gründen nur im Gehirn zu suchen. Es ist freilich sehr schwer, bei der Verwicklung des mikroskopischen Gegenstandes die Plexus nachzuweisen; aber in der grauen Substanz der großen Hemisphären glaube ich

denselben oft auf der Spur gewesen zu sein. Es thut übrigens der Sache keinen Abbruch, wenn das Auge nicht immer sehen kann, da Analogieen und die physiologische Erkenntniß des Nervenlebens das centrale Umbiegen und nicht freie Enden einer Faser als nothwendig und der Funktion angemessen, beweisen. Daß sich die peripherischen Umbiegungen sichtbar machen lassen, werde ich später in besondern Kapiteln darstellen.

69. Da die Nervenfasern einen centralen und peripherischen Bogen machen, also nirgend enden, so muß auch eine Seite dieser Nervenkette verschieden von der andern, d. h. eine Seite muß auslaufend, die andere rücklaufend sein. In der Lage der Rückenmarksseiten stellen die hinteren sogenannten Wurzeln rücklaufende, die vorderen dagegen auslaufende Fasern dar, die rücklaufenden Fasern müssen aber, da sie von der Peripherie zum Centro leiten, Empfindungs-Organe, die auslaufenden, da sie vom Centro nach der Peripherie leiten, Reaktions-Organe sein.

70. Dasselbe Verhältniß findet auch bei der Architektur des Gehirns, als modifizirter Anfangstheil der Rückenmarksnerven, Statt, nur mit dem Unterschiede, daß die obere Seite des Gehirns der hinteren des Rückenmarks, die untere Seite den vordern Rückensträngen im Allgemeinen entsprechen muß.

71. Die Cerebralnerven haben daher, ebenso wie die Spinalnerven eine percipirende und eine reagirende Seite, ebenso wie eine galvanische Kette eine auslaufende und zurücklaufende Hälfte hat. Die percipirende Faser eines Cerebralnerven wird Empfindung im

Gehirn bewirken, während die reagirende Faser irgend eine der 4. im §. 17. aufgestellten Reaktionen verursachen muß, und diese entweder durch elektrische, magnetische, galvanische Erscheinungen, durch Licht, Wärme, oder durch chemische, organisch ideelle und mechanisch-motorische Reaktionen offenbart.

72. Wenn wir nun im Gehirn den Typus des Rückenmarks wiedererkennen müssen, dann haben wir auch die percipirende und reagirende Faser jedes Cerebralnerven möglichst aufzusuchen. Zwei Nervenpaare gewähren ganz deutlich den wenig veränderten Rückennerventypus; denn das fünfte Paar wie der Pneumogastricus verhalten sich ganz wie Intervertebralnerven. Hierüber vergleiche Joh. Müllers Physiologie „von den sensitiven und motorischen Eigenschaften der Gehirnnerven" S. 634, wo die empirische Seite dieser Untersuchungen viel Licht gewähren kann und dessen Experimente ich wiederholte, ohne jedoch die physiologischen Schlüsse Müllers alle anzuerkennen. Ueber diese wird später geurtheilt werden.

73. Ich habe oben ausgesprochen, daß alle Fasern im Gehirn ihre centrale Region finden und zwar auf dem Wege einer ununterbrochenen Umbiegung, die um so weniger zweifelhaft ist, als kein Anatom jemals im Stande gewesen ist, freie Enden nachzuweisen. Im Rückenmarke liegen die Nerven neben einander und gehen durch die vorderen Wurzeln nach den peripherischen Organen, biegen sich hier um, verbündeln sich mit andern rücklaufenden Fasern, treten durch die hinteren Wurzeln wieder in das Rückenmark ein, um zum Gehirn und in ihren Anfang zurückzukehren.

74. Im richtigen physiologischen Sinne haben wir daher auslaufende und einlaufende Fasern zu unterscheiden und diese Benennung ist weit wissenschaftlicher, als die übliche Eintheilung in sensible und motorische, weil Bewegung nur eine Art der Reaktion ist und die auslaufenden Nerven mehre Reaktionsenergien äußern.

III. Unterscheidung der peripherischen Elementarformen.

a. Auslaufende Primitivfasern, analog den Arterien.

75. So wie die arteriellen Röhren an Stärke die venösen Cylinder übertreffen, so finden wir auch, daß die auslaufenden Primitivfasern im Allgemeinen stärker und fester sind, als die einlaufenden. Remak fand diese Verschiedenheit sehr richtig und sorgfältig heraus und bildete sie so ab, wie er sie sah und wie ich vollkommen bestätigen darf. Man kann diese auslaufenden Fasern am evidentesten am vorderen Theile des Rückenmarkes erkennen; sie besitzen eine dichtere, trübere Hülle, erhalten dadurch ein undurchsichtiges Ansehen und wenn ich sie den Arterien verglich, so geschah dieses deßhalb, damit analog angedeutet werde, daß sie ebenso wie die Arterie nicht frei enden, daß in ihnen eine Lebensrichtung vom Centro nach der Peripherie geleitet werde und daß diese Richtung auf Bildung abzwecke, d. i. Actio, und in zweiter Potenz: Reaktion. —

76. Diese auslaufenden Fasern bilden, wahrscheinlich gänzlich die vorderen, sogenannten Rückenmarks=

wurzeln und wenn auch nicht immer ein so differenter Bildungszustand, wie oben angegeben, diese Fasern von den einlaufenden unterscheidet, so ist dieses nur in der Zartheit des Materials und in der Unvollkommenheit der optischen Hülfsmittel begründet. Deutlich sah ich indessen die auslaufenden Fasern im Gegensatze zu den sogenannten sensibeln in dem **Nervus facialis**, ferner im **III.** Äste des **Trigeminus**, schon in seiner **Portio minor**, wie in dem Laufe des **buccinatorius**, **masseter**, **mylohyoideus** ꝛc., ebenso im **Accessorius Willisii**, der nichts anderes, als der zum **Vagus** juxtaponirte motorische, auslaufende Nerv ist. (Vergleiche darüber die Schrift von Bischoff.) Im **Nervus facialis** sind die meisten Fasern auslaufend und was sich als sensibel ergiebt, wie schon Eschericht aus Versuchen erkannte, sind dem **Facialis** beigebündelte, rücklaufende Fasern, die in ihrer Rückkehr zum Gehirn größtentheils in den **Trigeminus** übertreten, dessen beide erste Aeste fast ganz aus solchen zurücklaufenden Fasern bestehen.

Ebenso verhält es sich mit allen andern motorischen Fasern, wenn sie sensibele Erscheinungen äußern. Man thut Unrecht zu sagen, dieser oder jener Nerv erhalte von einem andern seine sensibeln Fasern, z. B. der **Nervus facialis** erhalte, als ursprünglich motorischer Nerv, seine Empfindungsfasern vom **Nervus vagus**, nämlich durch den Ast im Fallopischen Kanale, der von Cuvier und Arnold beschrieben wurde. — Durch solche übliche Ausdrucksweise wird die Physiologie des Nervensystems ganz verwirrt, denn der neueren Ansicht kommt es auf die Gestalt und Verlaufweise des Nerven weni-

ger an, als auf die Qualität seiner Fasern. Man wird mit der Zeit immer präziser die auslaufende und einlaufende Bedeutung der Fasern respektiren müssen, wenn nicht die fortgeschrittene, physiologische Anschauung in direkten Widerspruch mit der anatomischen Terminologie gerathen soll.

77. Im Gehirn finden wir die meisten auslaufenden Fasern an den Hirntheilen, welche als Fortbildungen der unteren Seite der **Medulla oblongata**, also als zusammenhängend mit den vorderen Rückenmarkssträngen, betrachtet werden müssen.

b. Einlaufende Primitivfasern, analog den Venen.

78. Die ein= oder rücklaufenden Fasern sind, da sie ganz analog wie die Blutadern zu den Arterien sich verhalten, die an der peripherischen Umbiegung des auslaufenden Fadens beginnenden Fortsetzungen der vom Hirn ausgelaufenen Fasern. Man nennt sie gewöhnlich sensibel, weil sie Alterationen der peripherischen Gebilde, in denen sie verlaufen, zum Sensorium leiten.

79. Im Allgemeinen erkennt man die rücklaufenden Fasern, obgleich sie die ununterbrochene Fortsetzung der auslaufenden sind und schon dieserhalb nicht besonders verschieden sein können, doch an einer zarteren, feineren und zerfließbareren Cylinderform, deren Inhalt heller und mehr bläschenartig sich darstellt. Dieses fand auch Emmert, obgleich Ehrenberg, Valentin u. A. jede mikroskopische Differenz bezweifeln. — Es ist übrigens auf die Verschiedenheit dieser Fasern kein zu großes, empirisches Gewicht zu legen; es ist genug, daß

man weiß, die auslaufenden Fasern verhalten sich wirklich im Allgemeinen anders als die einlaufenden und die Verschiedenheit der Cylinderstärke sei darin begründet; — würden die Nervenfasern in größeren Formen ausgedrückt sein, als das Gefäßsystem, dann würde auch sicherlich die auslaufende Faser sich ebenso different von der einlaufenden unterscheiden, wie die Arterie von der Vene. —

80. Es geht aus Früherem hervor, daß die hinteren Stränge und Wurzeln des Rückenmarks aus diesen einlaufenden Fasern gebildet sein müssen. Alle sogenannten sensibeln Cerebralnerven sind gleichfalls nichts anderes, als zahlreich zusammengebündelte, rücklaufende Fasern, welche hier in der Nähe des Centrum wie Bäche in einen Strom zusammenfließen und neben einander gebündelt ihren Ursprung wieder aufsuchen, um dann als auslaufende Fasern wieder zu beginnen.

81. Man muß aber die Ansicht fallen lassen, daß alle sogenannten reinen Empfindungsnerven, wie z. B. die Sinnesnerven, welche gar keine motorische Bedeutung haben, nicht auch auslaufend und einlaufend zugleich seien, d. h. ebenso die reagirende, wie die receptive Eigenschaft in sich verbänden. Im Gegentheile kommen ihnen beide Lebensbedeutungen im vollsten Maße zu. —

82. Die Mikrologie hat nicht allein das peripherische Umbiegen der Sinnesnerven deutlich aufweisen können (und ich werde darüber noch besondere Darstellungen im Verlaufe dieser Schrift machen), sondern eine physiologische Beobachtung zeigt ohne Zweifel die kräftigste und auffallendste Reaktion. Schon der Umstand,

daß ohne eine besondere Richtung der Innervation vom Gehirn nach den Sinnesorganen, durch das, was man Aufmerksamkeit der Sinne nennt, entweder gar keine oder sehr schwache Perception und Sensibilität Statt findet, beweiset deutlich, wie ohne Willensrichtung der Seele auf das Objekt, also ohne auslaufende Reaktion, centrifugale Innervation, keine centripetale Richtung erregt wird, weil ja die Nervenfaser, als Analogon eines galvanischen Leitungsdrahtes, ein geschlossenes Ganzes und die Kette zweier Richtungen der Innervationsströmung ist. Ist übrigens das Aufhorchen, das Spannen des Gefühls, der Blick ꝛc. etwas anderes, als centrifugale Innervation, hingeleitet durch auslaufende Nervenfasern? Die Ansicht, daß alle Reaktion nur Bewegung sei, daß auslaufende Fasern nur Identität mit motorischen Fasern haben — gab zu einem großen Mißbrauche der Nervenerklärungen Veranlassung.

83. Das Vorkommen sogenannter varikőser Fasern in den großen Sinnesnerven giebt mir hier Gelegenheit, über die Existenz derselben während des Lebens nähere Aufschlüsse zu geben. Bekanntlich unterschied zuerst Ehrenberg (Poggend. Annalen, 1833. Bd. 28.) varikőse Fasern, welche er in der grauen und weißen Substanz des Gehirns, in ersterer noch als Kugelreihen erscheinend, fand. Diese Fasern zeigten sich vorzugsweise in den drei großen Sinnesnerven und im **Sympathicus.** Diese Unterscheidung wurde von Valentin, Remak, Berres ꝛc. noch mehr detaillirt, obgleich Krause und Treviranus diese Fasern entweder nicht finden konnten oder sie als Produkte des Todes und der anatomischen Be-

handlung erklärten. Valentin hielt sie später für Compressionen und legt den Varikositäten an den peripherischen Nervenregionen gleiche Qualität bei.

84. Als ich mein System der Histologie schrieb, glaubte ich an die Existenz variköser Fasern im lebenden Nervensystem und hielt dieselben für stehengebliebene Uebergangsformen, eine genetische Ansicht, die andere Physiologen in meiner Schrift oft gelten ließen und selbst vertraten. Gegenwärtig muß ich aber das Vorkommen variköser Fasern, als einer besonderen und von der Idee des Nervenlebens bedingten Elementarform, gänzlich leugnen. Varikose Fasern existiren nicht. Ich habe mich überzeugt, daß immer da, wo sie gesehen wurden, entweder anatomische Behandlung oder optische Täuschung Schuld waren.

85. Die anatomische Behandlung macht aus einfachen Elementarcylindern sehr leicht variköse Fasern. Schon Treviranus glaubte vom Zutritt der Luft diese Erscheinung ableiten zu müssen und Müllers, Webers und meine eigenen Erfahrungen sprechen dafür. Da auch sehr oft Wasser auf die Faser einwirkt, so ist die Veränderung der ursprünglichen Form um so größer. Wenn eine Hirn- oder Sinnesnervenfaser einige Zeit an der Luft liegt oder mit Wasser berührt wird, dann zieht sie sich in der Hülle zusammen, das Contentum gerinnt stellenweise und endlich zerfällt Alles in kleine Bläschen. Kälte der Luft oder kaltes Wasser machen diese Veränderung noch evidenter; man erkennt bald gar keinen inneren Hüllenrand mehr und es sieht die Faser aus, als seien kleine Kegel in einander geschoben. Warme Luft

macht ebenfalls Varikositäten durch stellenweise Ausdehnung der Faser. Die mehrfachen Einwirkungen von Weingeist, Wasser, Temperatur ꝛc. mögen die Ursache der Kugelaggregations-Theorie geworden sein, als deren Vertreter unter den sorgfältigeren Forschern noch Krause zu nennen ist. Zu bemerken ist aber noch, daß ich im Gehirn Ertrunkener, am Schlagflusse Gestorbener, überhaupt suffocatorisch Getödteter immer eine große Faservarikosität im Gehirn und in den Sinnesnerven fand, was mich früher, namentlich nach der anatomischen Untersuchung eines Erhenkten, zu der irrigen Meinung führte, als seien Varikositäten normale Elementarausdrücke im Nervensysteme.

86. Abgesehen von der, durch anatomische Behandlung erzeugten, perlschnurartigen Faserung, findet man aber noch wirklich existirende, welche indessen optisch verkannt und durchaus keine variköse Fasern, sondern Cylinder mit angehefteten, juxtaponirten Belegungsbläschen sind. Dieses habe ich sehr oft erkennen können. Man findet Kügelchen, Bläschen, welche reiheweise mit feinen Fädchen verbunden zu sein scheinen; in der grauen Substanz dichter und deutlicher, in der Marksubstanz seltener und kleiner. Auch in den höheren Sinnesnerven findet man sie neben den später entstandenen abnormen Varikositäten, aber man hat sich zu hüten, diese scheinbaren Anschwellungen als von dem Röhreninhalte ausgehend zu betrachten. Im möglichst frischen Zustande sieht man sie als Bläschen angeheftet und sie haben sicherlich dieselbe Bedeutung, wie alle Belegungsbläschen, nämlich der Faser eine Centralität zu geben, oder auch sie sind ein-

zelne unentwickelte Substanzpünktchen, gleichwie in den sympathischen Fasern.

c. Die verästelten Nervennetze, analog dem Kapillarsystem.

87. Ueber diese Kapillarnervennetze hat man entweder äußerst verwirrte Meinungen, oder Zweifel laut werden lassen, oder man weiß gar nichts davon. Ohne die richtige Kenntniß dieser merkwürdigen und doch von der Genesis des Nervensystems bedingten Netze bleibt man aber unfähig, eine Reihe von Erscheinungen zu erklären, welche mit großem Unrecht den isolirten Primitivfasern zugeschrieben werden.

88. Die Kapillarnervennetze existiren in Wahrheit und werden durch jedes gute Mikroskop gesehen. Die Entstehung des Nervensystems lehrt uns außerdem theoretisch, daß die netzartigen Gebilde, von denen hier die Rede ist, organisch bedingt sind. Sie müssen sich überall, auch wo sie bisher nicht empirisch dargestellt werden konnten, in den Geweben finden und ebenso wie das Kapillarblutsystem entstehen; müssen sich zu den Nerven und feinsten Geweben ebenso verhalten, wie Haargefäße zu den Gefäßstämmen und Parenchymen und ebenso, wie an Stellen, wo die Ernährung auch ohne direkte Durchdringung von Gefäßen geschieht, das Kapillarsystem zurücktritt, ebenso müssen auch die Kapillarnervennetze da fehlen, wo das Nervenleben bis auf das Minimum sich zurückzieht.

89. Diese Nervennetze werden uns aus der Entstehung des gesammten Nervensystems ver-

ständlich. Ganz ähnlich, wie das Urnetz des Gefäßsystems in der **Area vasculosa** des Dotters sich darstellt, zeigt sich auch nach dem Erscheinen der nervösen Primitivfalte in der organisch gerinnenden Substanz ein helles Netzwerk, aus bläschenähnlichen Reihen gebildet, aus denen hier und dort deutlichere Cylinder (Nerven) hervorgehen, welche mit dem Rückenmarke kommuniziren. Das Nervensystem stellt sich demnach als ein in der gerinnenden, d. i. sich formenden Substanz isolirendes Netzwerk dar, welches sich in seinen Hauptströmungen zu Cylindern entwickelt, welche als Achsen der Netze erscheinen, während die nervöse Primitivfalte abermals für jene stärkeren Cylinder die Grundachse wird. Im allmäligen Fortbilden zeigen sich nun 3 Momente, welche im Organismus das Leben hindurch bleibend sind; nämlich 1) Centralorgane, 2) Nerven (isolirte Fäden), 3) Netze (verästelte, nicht die Cylinderform erreichende Nervennetze).

90. Diese letzteren, die Urformen des Nervensystems, wie man sie so hübsch und deutlich in einem 48 Stunden lang bebrüteten Eie erkennt, finden sich aber nun — und dieses war den Anatomen gänzlich unbekannt, — im ausgebildeten Organismus überall an den Grenzen des Nervensystems; sie umspinnen, analog den **Vasis vasorum**, die größeren Nervenstämme als Kapillarnerven, sie spinnen sich an den peripherischen Endigungen und Umbiegungen fort und durchziehen so Gewebe, welche die Anatomen bisher für durchaus nervenlos gehalten haben. Ich habe diese Kapillarnetze schon im Jahre 1837 in einem kleinen Aufsatze ohne Erfolg

besprochen, weil es leider in der Wissenschaft damals Mode war, die Fortschritte, wenn sie nicht von einem Katheder ausgingen, zu ignoriren. Ich freue mich aber jetzt, daß Purkinje, Carus, Valentin u. a. sich von dem Vorhandensein der Nervennetze, d. h. nicht isolirter, aus Bläschen bestehender, also embryonisch beharrender Nervengeflechte überzeugt haben.

91. Man sieht diese Kapillarnervennetze äußerst deutlich an den peripherischen Umbiegungen des Gehörnerven an den Hörsäcken beim Hecht, wo die peripherischen Gehörnervenschlingen und, von ihnen ausgehend, die verästelten Nervennetze sich darstellen. Am **Mesenterium** sieht man sie abermals deutlich; Purkinje sah sie in der **Pia mater**, wo ich sie schon im Jahre 1837 anzeigte. Ich habe mich überzeugt, daß die ganze äußere Peripherie des Riechnerven aus Kapillarnetzen besteht und daß nur die Fasern des Riechnervenganglion isolirte, sich umbiegende, also rücklaufende Nervenfasern sind, worüber später noch besonders die Rede sein wird. Was Berres (Mikrog. Anat. S. 94) für Zellgewebsbläschen hält, worin die peripherischen Hautnerven enden sollen, ist nichts anderes, als deutlich erkennbares Kapillarnervennetz, welches sich an die Umbiegung der isolirten Fasern anspinnt.

92. Ich betrachte die Kapillarnervennetze als ein, embryonisch, auf niederer Nervenstufe stehengebliebenes Gebilde, welches im ganzen Organismus verbreitet ist und eigenthümliche physiologische Erscheinungen für normale und abnorme Zustände erklärt. Die Kapillarnervennetze bestehen aus denselben Bläschenreihen, aus de-

nen im 48 Stunden lang bebrüteten Eie das ganze Nervensystem besteht.

93. Die Lebensalteration dieser Netze ist dunkles Fühlen, trübes Percipiren, welches erst wahrnehmbar wird, wenn die peripherischen, isolirten Faserumbiegungen die Umstimmung der Netze theilen. Die Reaktionsäußerung der Kapillarnerven ist, wie alle Reaktion erster Potenz — Selbstbildung. —

94. Hierüber wird im Kapitel von der Innervation ausführlicher gehandelt.

IV. Von der Ganglienbildung und den sogenannten organischen Fasern.

95. Ganglien sind secundäre Centralmassen, d. h. sie vereinigen in sich, gleich den primären Nervencentren, Gehirn und Rückenmark, den Gegensatz von Bläschen und Faser.

96. Die Bläschen der Ganglien unterscheiden sich durch nichts von den Gehirnbläschen und sind gleich ihnen reine Belegungsmasse, d. i. bläschenförmige Substanz, welche sich an durchlaufende Fasern legt.

97. Wir finden die Bläschen der Ganglien in zwei Formen. Einmal als reine ausgebildete Nervenhohlkügelchen, wie im Gehirn und Rückenmarke, dann aber zweitens im Uebergange zur Faserkonstruktion ohne entschiedene Faserung, als sogenannte organische Nervenfasern.

98. Die reinen Ganglienbläschen sind beschaffen, wie bereits im §. 35. und folgd. angegeben ist. Sie beste-

hen aus doppelter Hülle, aus Contentum und excentrischem Kerne und zeigen sich im Allgemeinen etwas größer als die der Centralorgane.

99. Ihr Verhalten zu den eintretenden Fasern ist ganz dem gleich, wie im Gehirn, sie legen sich vielfach um sie herum, werden von den Fasern umschlungen, oft trennen sie zwei juxtaponirte Fasern von einander, füllen die Interstitien gruppenweise aus, aber keine Faser findet in ihrer Masse ein Ende, sondern sie treten sämmtlich wieder heraus.

100. Alle sympathischen Nerven sind nichts anderes, als Gehirn- und Rückenmarksnerven, nur ihr Verlauf vom Centro nach der Peripherie ist durch jene Ganglienmassen aufgehalten und modifizirt. Hiermit habe ich mich direkt gegen die Ansicht Remaks ausgesprochen, welcher behauptet, daß das sympathische System ein für sich bestehendes sei, welches seine Centralpunkte in den Ganglien finde und nur mit dem anderen Systeme kommunizire. Hiergegen sprechen nicht nur anatomische Wahrnehmungen, sondern namentlich alle biologischen Thatsachen. Die sympathischen Nerven unterscheiden sich nicht in ihrem Bau von den Gehirn- und Rückenmarksnerven; denn die sogenannten organischen Fasern haben eine Nebenbedeutung; Niemand hat nachweisen können, daß eine sympathische Faser im Ganglion central ende, vielmehr ist es evident, daß alle Fasern nach mannichfaltigen Verwicklungen wieder heraustreten. Man kann ferner die sympathischen Fasern bis in die höheren Centralorgane verfolgen und ihre auslaufenden, wie einlaufenden Fäden immer deutlicher unterscheiden; die Biolo-

gie aber spricht, wie ich später im Kapitel von der Innervation erklären werde, entschieden dafür, daß alle sympathischen Nerven ohne Ausnahme im Gehirn beginnen und enden und daß alle Plexus und Ganglien nur peripherische Bedeutung haben.

101. Ich freue mich, Valentin's Beobachtung über das Verhalten der Fasern im Ganglion vollkommen bestätigen zu können. Die größte Masse der Fasern geht durch die Achse des Ganglion ziemlich direkt hindurch; die an dem Umfange liegenden umspinnen aber, von vielen Bläschen umgeben, die Ganglienmasse und treten ebenfalls ohne Verästlung und Unterbrechung sämmtlich wieder aus dem Ganglion hervor. (Vergl. §. 117.)

102. Von größter Wichtigkeit bleibt uns noch die scharfe Kenntniß der von Remak benannten organischen Fasern, welche als graue, gekörnte, verästelte Streifen von den Ganglien entspringen und sich den, durch die Ganglien laufenden Nerven anheften und mit ihnen in das Cerebral- und Spinalsystem fortziehen. Zwei Partheien stehen sich bei Erklärung dieser Fasern gegenüber, Remak auf der einen, Valentin auf der andern Seite.

103. Remak, welcher die Ganglien für Centralgebilde des **Sympathicus** hält, beschreibt die **Fibrae organicae** (Vergl. **Observationes anat. et microscop. de syst. nerv. structura**) als eigenthümlich solide Fasern, von den Ganglien ihren Ursprung nehmend, unregelmäßige Körperchen und Bläschen enthaltend, sich theilend und verästelnd, ohne an Dicke zu verlieren. (Schwann Phys. I. 609.) Diese Streifen oder Fibern

mischen sich den cerebrospinalen Nerven bei, geben diesen eine grauere Farbe, größere Rauhigkeit und Weichheit.

104. Valentin, welcher mit Recht den Sympathicus für eine peripherische Cerebrospinalnerven-Verbreitung hält, erkennt in den organischen Fasern Fortsetzungen von den Scheiden der Ganglienbläschen. Jede Ganglienkugel ist nach ihm in eine fasrige Scheide eingeschlossen, welche sie von den nebenliegenden separirt, aber mit den andern Scheiden vernetzt ist. Diese Scheiden schicken nach allen Richtungen Fortsetzungen aus, welche theils zwischen den Primitivfaserbündeln, theils die einzelnen Fasern umhüllend verlaufen; sie verlieren sich hier und dort in den Faserbündeln und oft vorher an Stärke zunehmend, wenn sie starke Bündel begleiten.

105. Beide in gegenwärtiger Zeit zur Streitfrage erhobenen Meinungen haben theils Wahres, theils Falsches und die richtige Erklärung liegt zwischen beiden. Ich habe diese **Nervi molles** oder **Fibrae organicae** sehr oft untersucht und gefunden, daß sie sich wenig oder gar nicht von den Nervenbildungen unterscheiden, welche man im Entstehen des Nervensystems vor Bildung isolirter Primitivfasern als Durchgangsmoment findet. Ebenso wie in einem 54 Stunden bebrüteten Eie der Gegensatz von Bläschen und Faser noch nicht ausgedrückt ist, sieht man hier scheidenartig geronnene Kanäle mit Punktsubstanz gefüllt, selbst mit in und an den Hüllen hängenden Körnern und Bläschen. Bedenken wir nun, daß die **Fibrae organicae** denselben stehengebliebenen Typus haben, daß die Ganglien gewissermaßen (obgleich sie zum Gehirn nur

peripherische Bedeutung haben) doch als untergeordnete Central- und Bläschenmassen für die durch ihre Gebilde laufenden Nerven lebenswichtig sind, erwägen wir ferner, daß die Nervenentwicklung in den Fortbildungen des Schleimblattes (die sympathischen Ganglien und Nerven) immer einen organischen Gegensatz zu den Nervenentwicklungen im serösen Blatte des Eies abgeben werden, dann erhellt sich uns der Blick über die **Fibrae organicae** freier als es empirisch möglich wurde.

106. Meine Ueberzeugung ist folgende:

a. Die Ganglien zeigen durch ihre Bläschenstruktur eine untergeordnete Centralbedeutung; untergeordnet deßhalb, weil sich in den Ganglien keine einzige Faser central endet.

b. Diese Centralität strebt ideell dahin, für einen gewissen Lebenskreis alleiniges Nervencentrum zu sein; der somatische Ausdruck dieser ideellen Richtung sind die **Fibrae organicae.**

c. Die **Fibrae organicae** sind indifferente, ohne entschiedenen Gegensatz von Faser und Bläschen gebliebene Nerven, die in den Ganglien beginnen, es zu keiner Isolation einer Faser bringen, sich wie die §. 87. angegebenen Kapillarnetze verästeln und mit den entwickelteren Nerven sich verzweigen.

d. Die **Fibrae organicae** sind embryonisch sich verhaltende Nerven, die keine höhere Stufe der Primitivfaser erreichen können, weil ihr Lebensmittelpunkt, die Ganglien, worauf sie sich beziehen, nur untergeordneter Natur sind.

e. Obgleich die **Fibrae organicae** meistens aus

Scheiden zu bestehen scheinen, wie Valentin behauptet, wie Carus bestätigt und wie ich durch vergleichende Anatomie als richtig erkannt habe, so sind doch dieselben als ein charakteristisches Moment des Sympathicus anzusehen; sie haben nicht allein Werth als Nervenhülle, sondern auch als Nerv. Schon der Umstand, daß sie sich kaum von unentwickelten Nerven unterscheiden und daß sie nur an bestimmten Theilen des Systems vorkommen, spricht für meine Behauptung: daß die **Fibrae organicae** unvollkommen entwickelte Nerven sind, deren Centra die Ganglien, also sekundäre Organe sind und wodurch das System der grauen Nerven auf untergeordneter, fast embryonischer Stufe, das Cerebrospinalsystem zu wiederholen strebt. Aus diesem Satze geht hervor, daß alle **Fibrae organicae** central in den Ganglien enden, aber nicht den Grad isolirter Fasern erreicht haben. Daher die Bläschen, die graue Farbe, das Zerfließbare, die Verästlung. — Purkinje und Rosenthal (S. **Dissert. de format. granulosa in nervis aliisque partibus organ. animalis**) haben im Jahre 1839 sich auch dahin ausgesprochen, daß diese Fasern »**in statu embryonali**« beharrten. Was die bildlichen Darstellungen dieser grauen Nerven betrifft, wie sie Valentin **Tab. VI. f. 2—6.** gegeben hat, so bemerke ich, daß sie eine ziemlich natürliche Anschauung gewähren können, wenn man sie sich weniger symmetrisch geordnet und nicht so regelmäßig denkt.

107. Remak fand seine sogenannten organischen Fasern an vielen Stellen, wo die Anatomie bisher alle

Nerven leugnete; er beschreibt sie im **Peritoneum**, in der **dura** und **pia mater** 2c. ferner in den vorderen und hinteren Spinalwurzeln, im Gehirn und Rückenmarke. Die Thatsache, daß sich dort verästelte, bläschenreiche Nervennetze finden, ist ganz richtig, aber die Erklärung bedarf einer genauen Unterscheidung des Gefundenen. Die sogenannten organischen Fasern, welche er im Gehirn, Rückenmarke, in den Spinalwurzeln erkannte, sind ohne Zweifel Fortsetzungen der in den Ganglien entstandenen **Fibrae organicae**; diejenigen Nervenausbreitungen dagegen, welche er in fibrösen und serösen Häuten entdeckte und die ich an vielen Stellen über die peripherische Umbiegung isolirter Primitivfasern hinaus sich vernetzen sah, wie im großen Hörsacke des Fisches, am **Mesenterium** 2c. sind jene feinen, bläschenreichen Kapillarnervengeflechte, welche ebenfalls wie die **Fibrae organicae** im embryonischen Zustande beharren und den Durchgangspunkt bezeichnen, in welchem sich einst das ganze Nervensystem befand, gleich den Haargefäßen, aus denen die Arterien und Venen in späterer Fortbildung als differentere Formen hervorgingen.

108. Nach dem, was hier über sympathische Nerven gesagt wurde, können wir viele müssige Fragen über das Verhalten des Gangliensystems aus der Physiologie und Morphologie entfernen. Einige dieser müssigen Fragen, welche z. B. Johannes Müller in seiner Physiologie hinstellt, erlaube ich mir anzudeuten. Zunächst ist es die, ob in dem **Nerv. sympathicus** nur einerlei Art Fäden enthalten seien und ob diese zur Ernährung, Empfindung und Bewegung gleich tauglich sind, indem sie Em-

pfindungsaktionen erregen, insofern sie auf das Gehirn wirken, Ernährungs- und Bewegungsaktionen, insofern sie in peripherischer Richtung thätig sind. Nach einigen Einwürfen wird dann vermuthet, daß der **Nerv. sympathicus** für Empfindung und Bewegung, so wie für Regulirung chemischer (organischer) Prozesse drei besondere Arten Fasern enthalte. Alsdann werden Beobachtungen angeführt, daß der **Sympathicus** von Gehirn- und Rückenmarksnerven Fasern aufnehme, wobei jedoch abermals die Frage gestellt wird, was man als sympathische Wurzeln und was als Verbindungen zu betrachten habe. — (Vergl. S. 649 d. Physiol.)

109. Man kann sich über diese von dem scharfsinnigen Müller erhobenen Skrupel im Allgemeinen sehr bald beruhigen. Die alte, größtentheils noch gültige Ansicht, daß das sympathische System ein für sich bestehendes sei und nur durch Verbindungsfäden mit dem Gehirn- und Rückenmarkssysteme zusammenhänge, diese Ansicht, behaupte ich aus innerster Ueberzeugung, hat gar keinen wissenschaftlichen Werth.

110. Der **Sympathicus** ist nichts anderes, als eine verflochtene und mannichfaltig abgelenkte, von Ganglien aufgehaltene und umsponnene Fortsetzung von Nerven, welche sämmtlich im Gehirn (meiner physiologischen Ueberzeugung nach meistens in den Vierhügeln) entspringen, entweder als Gehirnnerven sich den Ganglien hinwenden, oder gleich unzähligen andern Nerven zuvor in das Rückenmark übergehen und aus diesem nach Maßgabe des Ortes heraustreten, um sympathische Nerven zu bilden.

111. Da aber jede Nervenfaser ohne freie Enden ist und, im Gehirn entspringend, ausläuft nach der Peripherie, um sich hier umzubiegen und auf demselben oder auf anderm Wege wieder in das Gehirn und somit in den Anfang zurückzukehren, so müssen aus dem Gehirn und Rückenmarke die für Ganglienumspinnung bestimmten Fasern hervortreten und nach ihrem peripherischen Verlaufe wieder dahin zurücklaufen. Daraus folgt:

a. Der Unterschied von sympathischen Wurzeln und Verbindungen ist n i c h t i g, da alle jene aufgefundenen Verbindungsfäden zwischen Cerebrospinalsystem und Gangliengeflechten, alle jene von Müller, Tiedemann, Arnold, Pauli, Wutzer, Mayer und vielen Andern als Fasern bezeichneten Gebilde, die den Sympathicus mit Gehirn und Rückenmark in Rapport bringen sollen — nichts anderes als reine Gehirn- und Rückenmarksfasern sind, welche ablaufen, um sich von Ganglien umspinnen, von diesen in ihrer Leitung modifiziren zu lassen und dann wieder zurücklaufen, woher sie gekommen sind.

b. Alle Fasern, welche in den Sympathicus eintreten, sind Reaktionsnerven, alle, welche herauslaufen, sind Perceptionsnerven, deren klare Empfindungsleitung gerade durch die Ganglien, wie ich später erklären werde, getrübt und zum G l ü c k f ü r d a s h ö h e r e S e n s o r i u m getrübt sind. Müller sagt: „Nehmen wir die drei höheren Sinnesnerven aus, so giebt es vielleicht keinen einzigen Nerven, mit welchem der Nerv. sympathicus nicht in Verbindung stände.“ — Dies heißt richtig angeschauet: „E s g i e b t k e i n e n e i n z i g e n N e r v e n, d e r n i c h t i n s e i n e n B ü n d e l n F a s e r n e n t-

hielte, welche zur Bildung des Sympathicus bestimmt wären.“ Ferner sagt Müller: „Man kann mit der größten Wahrscheinlichkeit alle Verbindungen des Nerv. sympathicus mit den Rückenmarksnerven bei ihrem Austritt aus dem Rückgrathe als Wurzeln des Sympathicus ansehen; dieses sind nämlich keine wahre Verbindungen, sondern es geht hier ein Theil der vom Rückenmarke kommenden Fasern in den Nerv. sympathicus über; es ist die Wurzel eines Rückenmarknerven die gemeinsame Wurzel des Rückenmarks- und sympathischen Nerven.“ — Man sieht, wie nahe die Forscher der Wahrheit standen und wie schwer es ihnen wurde, die alte Vorstellung fallen zu lassen. Aus jeder vorderen Rückenmarkswurzel (irrthümlich Wurzel genannt) treten Fasern, welche theils in die Gangliengeflechte laufen, theils sich von diesen sekundären Belegungsmassen fern halten. Erstere sind auslaufende, d. i. reaktionelle sympathische, letztere gleiche reaktionelle Rückenmarksnerven. Wir finden ferner in jeder hintern Wurzel des Rückenmarks sympathische und Rückenmarksnerven, diese sind zurücklaufende, percipirende Fasern, erstere rückkehrend aus den Gangliengeflechten, letztere rückkehrend aus ihren Muskeln, Hautperipherieen u. s. w.

c. Alle in den Sympathicus hineinlaufenden Fasern sind reaktionell, alle herauslaufenden dagegen percipirend. Deßhalb hat der Sympathicus Erfühlung, die wegen der Ganglienmassen (davon später) selten zur Sensation, zur Vorstellung erhöht wird; er hat auch Reaktion, aber es wäre eine unwissenschaftliche, beschränkte Ansicht, zu glauben: jede Reaktion müsse motorischer Art sein. Be-

wegung ist nur eine Art der Reaktion, die Faser, welche von dem Gehirn und der darin waltenden, mit den Belegungsbläschen innigst vereinten Seele, influenzirt wurde, kann auch dynamisch reagiren, d. h. es offenbaren sich elektrisch-galvanische, magnetische-, Wärme- und Lichterscheinungen; sie kann chemisch reagiren, durch organische Substanzmetamorphose; sie kann organisch-ideell reagiren, d. h. durch die Faser strömt die seelische (meist bewußtlose) Absicht, diese oder jene Planmäßigkeit in Form, Raum und Zeit zu behaupten; die Faser kann aber auch motorisch reagiren, d. i. mechanisch, indem sie durch Muskelkontraktion räumliche Veränderungen bewirkt. Alle diese Reaktionen können aber nicht isolirt gedacht werden, sie greifen mannichfaltig in einander, z. B. um mechanisch zu reagiren, strömt der dynamische Strom der Innervation, wie ein thierisch-galvanischer Fluß, über die Muskelfaser und erregt in dieser zwei magnetische Pole, welche sich anziehen und die Faser verkürzen, wodurch dann erst die mechanische Veränderung des Raumverhältnisses bewirkt wird.

Solche und ähnliche Betrachtungen wären wol im Stande, weitere Aussichten in das Nervenleben zu eröffnen.

112. Mit obiger Anschauung fällt aber auch die Frage Müllers weg, ob eine Gattung der sensibeln und motorischen Fasern, ob beide, oder nur die **Fibrae organicae** die Regulatoren der Ernährung seien. Was übrigens die organischen Fasern betrifft, so kommt ihnen mit allen embryonischen Nerven (Kapillarnervennetzen) die Eigenschaft zu, alterirt zu werden, zu erfühlen und

selbst den naheliegenden isolirten Primitivfasern Perceptionen mitzutheilen. Ihre Reaktion kann nur die unterste Stufe der Lebensäußerung, nämlich eigene Fortbildung sein.

V. Von den sympathischen Primitivfasern und deren Verhalten.

113. Obgleich im vorigen Kapitel das Wichtigste über die Bedeutung des Nervus sympathicus mitgetheilt wurde, so ist doch die Nöthigung, jene Ansicht von einem selbstständigen und nur durch Kommunikationen mit den Centralorganen verbundenen Nervensysteme gänzlich zu beseitigen, Grund genug, noch einige Bemerkungen über die isolirten sympathischen Primitivfasern zu machen.

114. Zunächst muß hier anatomisch behauptet werden, daß die Primitivfaser, welche mit den Ganglien der sympathischen Plexus nicht in Verbindung tritt, sich formell von der sympathischen Faser unterscheidet. Ich habe alle letzteren Fasern immer viel feiner gefunden, als die der centralen Nerven. Diese geringere Dimension ihres Durchmessers hängt theils von der Stärke der Faser selbst, theils von der Beschaffenheit ihrer Hülle ab. Diese ist in allen Cerebrospinalnerven fester, rauher an der Oberfläche, als bei den sympathischen Fasern, wo ihr Gewebe lockerer und glätter erscheint.

115. Eine Veränderung erleiden die Primitivfasern durch die Beimischung der Fibrae organicae. Diese unvollkommenen Gebilde, welche in den Ganglien von

den Interstitien der Ganglienbläschen entspringen, legen sich zwischen die einzelnen Primitivfasern und stehen mit ihnen in gar keiner Verschmelzung, da sie nur anliegen. Da, wo einzelne Fädchen aus dem Ganglion treten, scheinen sie mehr einer lamellenartigen Hülle zu gleichen, welche die Faser vollkommen einhüllt und ihrem Verlaufe kleine Bläschen beigiebt. Wo sehr viele Fasern in stärkeren Bündeln aus dem Ganglion laufen, verstärkt sich auch proportional die graue Beimischung und verästelt sich mehrfach. An einzelnen Stellen verschmilzt aber diese graue hüllenartige Fortsetzung mit der Primitivnervenfaser-Hülle.

116. Durch die Verbindung dieser **Fibrae organicae** verändert sich etwas das äußere Ansehen der isolirten Nervenfaser. Peripherisch angeheftete Bläschen nehmen der Oberfläche des Cylinders die Glätte, man erkennt weniger deutlich den inneren Cylinderrand, den, die innere Wandung bezeichnenden, Streifen und das Contentum der Faser erscheint ungleichmäßiger. —

117. Das Verhalten der sympathischen Nerven innerhalb der Ganglienmasse ist schon im Allgemeinen im §. 101. angegeben; doch möge hier noch hinzugefügt werden, daß jedes Ganglionbläschen in keine andere Verbindung mit der Faser tritt, als in die der äußeren Berührung. Diese Berührung findet in vier sich wiederholenden Typen Statt. Die erste und gewöhnliche ist die, daß eine starke Portion Primitivfasern centrisch in die Belegungsmasse hineintritt und ringsum von Bläschen umgeben wird; alle excentrisch eintretenden Fasern treten nicht so direkt, wie die mittlern, durch das Ganglion,

sondern sie umschlingen einzelne Bläschengruppen und nehmen erst nach mannichfaltigen Ablenkungen und Umspinnungen ihren Weg weiter. Ich habe gefunden, daß gerade diesen Fasern die deutlichsten **Fibrae organicae** beigemischt werden.

Im zweiten Falle treten nur äußerst wenige centrische Fasern in das Ganglion und gehen gerade durch, während die meisten sich mit den Bläschen verwickeln und die wenigen mittlern auf allen Seiten umknäulen. Diese Ganglien zeigen sehr zahlreiche graue Fortsätze.

Im dritten Falle treten mehre starke Faserbündel excentrisch ein und der erste Typus wiederholt sich, nur mit dem Unterschiede, daß die Umspinnungen auf einer Seite größere Ausdehnung haben.

Im vierten und letzten Falle aber bilden die zusammengebündelten Fasern zum Ganglion eine Tangente und die Bläschenmasse sitzt auf den Bündeln wie ein seitwärts aufgehefteter Knäul.

118. Die Ganglien, welche gewöhnlich vom **Sympathicus** getrennt werden, als da sind: Ganglien der hinteren Rückenmarkswurzeln, der **Portio major Trigemini**, der **Nervi vagi, glossopharyngei**, an den Cerebrospinalnerven ꝛc. haben dieselbe Bedeutung, wie die sympathischen. Der Verlauf der Fasern in ihnen ist meistens der oben angegebene zweite Fall; scheinbar verbreiten sich die Fasern pinselförmig, machen aber dann bald ihre Bläschenumspinnungen und treten ohne Unterbrechung ihres Zusammenhanges wieder heraus. Alle hier gesehenen Umbiegungen sind **Nervi nervorum**.

119. Das übrige Verhalten der Plexus- und Gan-

gliennerven ist bereits früher im §. 100. und den folgenden §§. angegeben und bedarf hier keiner ferneren Erörterung. Wol aber glaube ich den Naturforschern vorschlagen zu müssen, zur Vermeidung einer, die wahre Natur des Gegenstandes widersprechenden Nomenklatur die bisherige Benennung fallen zu lassen und dafür folgende wesengemäßere zu setzen:

a. Die bisher genannten **Fibrae organicae** verdienen, da sie in den Ganglien Centralität haben und von diesen aus sich verbreiten, vorzugsweise den Namen „Gangliennerven."

b. Die bisher sogenannten sympathischen oder Gangliennerven verdienen, da sie nichts anderes als Hirnnerven sind, welche im Hirn Centralität haben und durch Schädel- oder Intervertebralöffnungen heraustreten, um sich den Ganglien und Geflechten hinzugeben, und da diese Nerven sämmtlich dem unbewußten Bildungsleben angehören — vorzugsweise den Namen: „Bildungsnerven."

c. Die bisher sogenannten Wurzeln und Verbindungen des **Sympathicus** müssen nach der Kenntniß, ob sie percipirende oder reagirende Potenzen offenbaren, genau in „auslaufende und rücklaufende Bildungsnerven" unterschieden werden. — Die Bildungsnerven haben keine andere Wurzeln, als ihren Ursprung im Gehirn, welcher aller Erfahrung und physiologischen Anschauung nach, in den Vierhügeln vorzugsweise Statt findet.

VI. Von den Erscheinungen der Innervation, deren Wesen und Aktionen in Cerebral-, Rückenmarks-, Ganglien- und netzartigen Nerven.

120. Die Verwirrung der Ansichten über das in den Nerven Strömende ist bekannt und nimmt leider einen weitschichtigen Raum der üblichen Nervenlehre ein. Man dachte sich eine tropfbare Flüssigkeit (Bogros, Osiander), strebte die Nervencylinder zu injiciren, dachte an Nervengeister, an Oscillationen, oder suchte nach Bekanntschaft mit elektrischen und galvanischen Naturaktionen auch im Nervenleben die elektrisch-galvanischen Gesetze wieder.

121. Der Galvanismus bietet, wie uns Pfaff, Volta, Monro und Andere durch Experimente bewiesen haben, die nächste Analogie des Nervenprinzips, welches ich mit einigen Neueren „Innervation" nenne, dar, aber sie ist nicht mit ihm identisch, sondern eine eigenthümliche Aktion, ein besonderes thierisch Lebendiges und Strömendes.

122. Die Gesetze, welche wir in der Erzeugung und Leitung des Galvanismus kennen gelernt haben, nämlich ein fortbestehender chemischer Prozeß und eine vom Ursprunge auslaufende und wieder dahin zurücklaufende (geschlossene), isolirte Leitungskette werden aber für die Analogie der Innervation von höchster Bedeutung, da auch diese nur dann erzeugt und in Aktion treten kann, sobald ein chemischer Prozeß (Blut-

hämatose) und eine isolirte, geschlossene Kette (Primitivnervenfaser) besteht.

123. Trotz dem aber ist die Innervation, obgleich nahe verwandt, doch als eine eigenthümliche, thierische Potenz des Lebens, von dem Galvanismus verschieden. Diese Verschiedenheit beruht in der eigenthümlichen Art der Erregbarkeit und der Leitung der Innervation.

124. Elektrizität und Galvanismus können nur erregt werden durch elektrische und galvanische Reize. Innervation dagegen wird erregt und alterirt durch chemische, selbst rein mechanische Ursachen, durch Wärme und Kälte und — durch seelischen, rein ideellen Willensakt. (Oken sagt einmal: der Nerv ist polarisirbar durch geistigen Hauch.)

125. Elektrizität und Galvanismus können nur geleitet werden in vollkommen isolirten Drähten ohne Berührung zweier Drähte durch ihre Substanz oder umgebende Feuchtigkeit. Wie sollen wir uns aber die Isolation einer Primitivfaser denken? Hunderte liegen neben einander gebündelt, jede freilich von einer Scheide umgeben, die aber, abgesehen, daß sie in den Centralregionen der Fasern fehlt, unmöglich isolirend sein kann; jede leitet ihren besondern, ungestörten Strom der Innervation und theilt ihn den nebenliegenden nicht mit. Ferner können wir den Strom augenblicklich unterbrechen, wenn wir um den Nerven eine Ligatur legen, was dagegen einen galvanischen Strom nicht beeinträchtigen würde.

126. Diese und andere, gelegentlich zur Sprache

kommende Thatsachen werden das Wesen der Innervation nicht für identisch mit Elektrizität oder Galvanismus gelten lassen. Sind wir deßhalb darüber einverstanden, daß Innervation ein eigenthümliches Agens thierischer, lebender Organismen ist, so dürfen wir auch die Analogieen mit dem Strömungsgesetze des Galvanismus näher würdigen.

127. Die Physik der Nervenströmung gleicht in folgenden Punkten der galvanischen:

a. Zur Entstehung des Galvanismus gehören zwei Pole und zur vollkommnen Aktion wird eine geschlossene Kette bedingt. — Die Nervenbläschen gleichen den Elektromotoren insofern, als sie von der Idee des Lebens verschieden polarisirt sind. Die Kette wird durch die Primitivnervenfaser dargestellt, welche zwei Gruppen von Nervenbläschen in Rapport setzt.

b. Jegliche Alteration in den galvanischen Platten bedingt eine momentan sich offenbarende gleiche Alteration der äußersten peripherischen Umbiegungsstelle des Leitungsdrahtes, die man an der Veränderung einer Magnetnadel erkennen und bestimmen kann. Ebenso zeigt sich augenblicklich jede Umstimmung des Innervationszustandes in den Nervenbläschen auch an den peripherischen Endumbiegungen der Nervenfaser.

c. Der Galvanismus hat zwei Strömungen, eine aus- und eine rücklaufende; die Innervation in der Nervenfaser gleichfalls. —

d. Der Galvanismus wird nur durch einen bestehenden chemischen Prozeß unterhalten; die Innervation nur durch den chemischen Blutprozeß in der Athmungs-

sphäre und die Wechselwirkung zwischen Blut und parenchymatöser Flüssigkeit.

e. Durch starke Oxydation der galvanischen Platten wird die galvanische Strömung erschöpft, während gleichfalls die Innervation durch einen hohen Grad und eine gewisse Dauer des Athmungsoxydationsprozesses periodisch erschöpft wird. (Schlaf.)

f. Der Galvanismus und die Innervation können nur durch ununterbrochene Leitungsdrähte strömen, und jede Störung der Continuität hebt die Strömung augenblicklich auf.

g. Da die galvanische Strömung nur in isolirten Ketten fortgeht, diese aber niemals streng isolirt werden können, so muß in weiten Strecken des Leitungsdrahtes der Galvanismus abgeschwächt (in die Medien vertheilt) werden. Auch die Innervation verlangt Isolirung der Nervenfaser und da auch diese kein vollkommner Isolator ist, so wird die Strömung in allen, sehr entfernt vom Gehirn liegenden Regionen schwächer und vertheilter. (Deßhalb können wir die Fußzehen niemals (oder nur durch lange Uebung) zu der isolirten und mannichfaltigen Bewegung bringen, wie die Finger.)

h. Der galvanische Strom vermag in einer gewissen Substanz Magnetismus zu erregen; ebenso erweckt die Innervation in einer gewissen, entgegengesetzten Substanz (Muskelfaser) zwei magnetische Pole, deren Anziehung die Bewegung bewirkt. (Hierüber später mehr.)

128. Diese und ähnliche Analogieen haben die Forscher Prevost und Dumas zu der Meinung geführt, daß

Innervation nichts anderes, als Galvanismus sei. Hiergegen sprechen aber die entschiedenen Eigenthümlichkeiten der Innervation.

a. Der bedeutendste und sogleich in die Augen fallende Unterschied ist der, daß der galvanische Leitungsdraht sich bei der durchgehenden Strömung durchaus passiv verhält. Einwirkungen, welche auf die peripherische Umbiegung des Leitungsdrahtes angebracht werden, haben auf den galvanischen Zustand der Batterie gar keinen Einfluß; dagegen hat jede leiseste Einwirkung, welche die peripherische Umbiegung einer Nervenfaser trifft, augenblicklich die gleiche Umstimmung der Innervationsbatterie, vulgo der Nervenbläschen zur Folge. (Hierauf beruht ja gerade das Phaenomen der Perception und Sensation.)

b. Der galvanische Strom kann nur durch elektrische Reize erregt werden, dagegen die Innervationsströmung durch dynamische und mechanische Einflüsse sogleich erregt wird. (Z. B. der seelische Wille richtet den Strom vom Centro gegen die Peripherie, während eine mechanische Berührung beim Tasten sogleich eine Strömung gegen das Gehirn verursacht.)

c. Die Innervation wird ganz anders isolirt, als der galvanische Strom; deßhalb ist er seinem Wesen nach eigenthümlich. Die Bedingungen eines galvanischen Isolators finden auf die isolirte Nervenfaser keine Anwendung. (Die Nervenfasern liegen zu Tausenden auseinander, berühren sich, sind von Feuchtigkeiten umgeben, von Gefäßen umsponnen und haben doch isolirte Strömungen.)

129. Um einen einfachen und klaren Gang in der Lehre von der Innervation zu verfolgen, ist es nöthig, über die Entstehung des Nervenagens allgemeine Betrachtungen zu eröffnen. Vier Erscheinungen des Lebens werden uns hier von Wichtigkeit. Wir sehen erstens eine verhältnißmäßig große Menge Blut nach den Centralorganen des Nervensystems und nach den Nerven gehen, was bedeutungsvoll wird, sobald wir erkannt haben, daß aus der parenchymatösen Bildungsflüssigkeit, welche aus den Wandungen der Haargefäße in die Interstitien exosmotisch eintritt, alle Elemente der Organe und somit des Nervensystems fortwährend gerinnen und in sie in steter Metamorphose wieder aufgelöst werden. Es herrscht daher zwischen Blut und Nervensubstanz, als den organisch polarisirten Substanzen, ein innerer, chemischer Prozeß.

130. Zweitens bemerken wir, daß bei einem raschen und erregten Blutleben (mithin bei starker Metamorphose der parenchymatösen Flüssigkeit) in den Nerven eine kräftigere Innervation strömt, während bei einem unterdrückten, schwachen Blutleben, z. B. übermäßig venösem Blute, die Innervation ohne Energie ist und oft plötzlich ganz aufhören kann. (Apoplexie.)

131. Drittens finden wir in der vergleichenden Anatomie Geschöpfe, welche leuchten, d. h. deren reaktionelle Innervation in besondern Organen als Lichterscheinung auftritt. Wenn diese Leuchtthiere in einen Zustand der Trockniß gebracht werden, wodurch natürlich ihre parenchymatöse Umbildung sistirt ist, dann verlieren sie die Leuchtfähigkeit, erhalten sie aber wieder, wenn die orga=

nische Saftmetamorphose durch Einlegen des Thiers in Wasser hergestellt wurde.

132. Ein viertes, höchst merkwürdiges Beispiel, daß jene leuchtende Innervation, also auch jede Nervenströmung, direkt vom Blutleben abhängig ist, giebt die von Carus beschriebene **Lampyris italica**, die ein zuckend aufleuchtendes Licht jedesmal im gleichen Rhythmus mit dem Pulsschlage, also immer bei einer zuströmenden Blutwelle, zeigt.

133. Einer weitern Anwendung solcher Thatsachen kann es nicht fremd bleiben, daß die Innervation, ungefähr so, wie der Galvanismus aus der chemischen Umstimmung gewisser Substanzen hervorgeht, aus der chemisch-organischen Metamorphose des Blutlebens produzirt wird und wie wäre es uns auch möglich, durch Herabstimmung des Blutlebens so direkt, als es geschieht, eine Schwächung der Innervation herbeizuführen, wenn beide nicht in einem Causalverhältnisse ständen?

134. Eine Erschöpfung der Innervation ist daher Folge eines starken Verbrauches derselben oder eines mangelhaften Blutchemismus. Merkwürdig wird uns hier das Phänomen des Schlafes, welches immer nach Verbrauchung der in dem Centro des Nervensystems angehäuft gewesenen Innervation, also nach starkem Sinnenleben, starken Empfindungen und Reaktionen, eintritt. Im Schlafe sinkt der Organismus in den Zustand des Lebens zurück, wo das Sinnen- und bewußte Reaktionsleben zurücktritt und das Bildungsleben vorherrscht. Dieser Zustand ist der fötale. Hier herrscht Bildung, dunkle Erfühlung und eine auf unterster Potenz stehen-

5

de Reaktion, die weiter nichts ist, als Fortbildung des Organismus. Im Schlafe wird nun durch die herrschende Bildung und die damit verbundenen chemischen Prozesse des Stoffwechsels neue Innervation erzeugt, es wird bedeutend mehr erzeugt, als gebraucht wird in den Strömungen des bildenden Lebens; der Schlaf ist um so tiefer und länger, je größer im Wachen der Verbrauch von Innervation war; deßhalb wird er aufhören, sobald dieselbe in solchem Grade wieder angehäuft ist, daß die Strömungen in den Sinnes- und willkürlichen Nerven stärker werden und endlich in den wachen Zustand des Organismus übergehen.

135. Wie nun aber durch die Substanzmetamorphose und Oxydation des Blutes, durch das Umspinnen von unzähligen Blutgefäßen in den Belegungsmassen und leitenden Nerven das Phänomen der Innervation entsteht, darüber vermögen wir uns ebenso wenig eine detaillirte Rechenschaft zu geben, wie über das Entstehen des Galvanismus durch Berührung heterogener Elemente. Genug, daß es so ist und daß wir den Causalnexus herausgefunden haben. Daß es aber so ist, dafür spricht die Erfahrung und die Analogie. Jede Umstimmung des Blutlebens hat die rascheste Alteration der Innervationsströmungen zur Folge und von ganz besonderer Wichtigkeit werden hier die Erfahrungen, welche man mit der narkotischen Wirkung gemacht hat. Es ist Thatsache, daß narkotische Gifte nur dann schnell und allgemein auf das gesammte Nervensystem einwirken, wenn sie in das Blut aufgenommen wurden, während die örtliche Applikation des Giftes auf peripherische Nerven nur sehr

langsam und dann nur örtlich wirkt. Narkotika haben die Eigenschaft, die Erzeugung der Innervation zu hemmen und sie werden dies um so bestimmter und schneller thun, wenn sie dem Urheber der Innervationserzeugung, dem Blute unmittelbar beigebracht werden. Wendet man sie dagegen auf einen Nerven örtlich an, so wird dieser nur örtlich und langsam geschwächt und sein Zustand wirkt nur dann allgemeiner auf das Centralleben zurück, wenn das Narkotikum in die parenchymatöse Bildungsflüssigkeit örtlich eingedrungen und (dieselbe affizirend) mit ihr in den Kreislauf gebracht ist. (Ueber die Experimente werde ich noch eine kritische Erklärung zum Beschlusse des Kapitels folgen lassen.)

136. Die Heerde der Innervation sind vorzugsweise die Belegungsmassen. Sie erhalten das meiste parenchymatöse Blut und sie sind die Centralpole der Strömungen. Die sekundären Belegungsbläschen, die Ganglien, verhalten sich dabei relativ wie Gehirn und Rückenmark, d. h. sie werden nicht allein, gleich elektrischen Flaschen, von der durchgehenden Strömung geladen, sondern sie erzeugen ihre e i g e n e I n n e r v a t i o n s s p a n n u n g. Sie enthalten zu viel Blutgefäße, um nicht von der dadurch verursachten chemischen Aktion zur Innervation erregt zu werden; ihre eigenthümliche Spannung wird auch aus ihren Lebensaktionen verständlich.

137. Da alle Belegungsbläschen als Heerde der **Vis nervosa** betrachtet werden müssen, so folgt, daß sie für das Nervenleben b e s t i m m e n d, i d i o s p o n t a n, im Gegensatze zu den fortleitenden Fasern sein müssen.

138. Da die zahlreichsten Massen idiospontaner Bläs-

chen im Gehirn sich befinden, so stellt sich dieses schon dadurch als Centralorgan und wahrhafter höchster Ausdruck des somatischen Lebens dar. Die Gehirnbläschen, stets von Innervation gespannt, sind die höchst alterirbaren Gebilde, welche vom Hauche der Seele sowol, wie von den Zuleitungen der Nerven umgestimmt werden. In den Nervenbläschen des Gehirns hat sich gleichsam das ideelle Prinzip des Organismus verkörpert und jede Alteration der Bläschen muß eine gleiche der Seele, wie umgekehrt jeder Zustand der Seele eine entsprechende Alteration der Bläschen bedingen. Zerstörung der Bläschen irgend eines Hirntheils, beraubt die Seele der Fähigkeit, die, gerade h i e r organisch bezweckte Richtung auf das Leibliche fortzusetzen und von dem Leiblichen den h i e r gerade Statt findenden Rapport zu empfangen.

139. In dem Gehirn beginnen alle Innervationsströmungen und hierher kehren sie wieder zurück. Die auslaufenden (centrifugalen) Strömungen heißen gewöhnlich motorische, sind aber besser reaktionelle oder centrifugale zu nennen; die einlaufenden Strömungen (centripetale) sind die percipirenden und sind der fortgesetzte Strom der auslaufenden Faser.

140. Es giebt so viele Innervationsströmungen, als geschlossene Nervenketten (aus- und rücklaufende) im Organismus enthalten sind.

141. Da centraler und peripherischer Pol eines geschlossenen Nervenleiters (ebenso wie beim Galvanismus) ein Ganzes, Untheilbares und sich gegenseitig Bedingendes sind, so muß auch jede centrale Nervenumbiegung einen peripherischen Punkt derselben Faserkette repräsen-

tiren und umgekehrt jeder peripherische Punkt eine im Hirn ausgedrückte Seelenrichtung auf das Leibliche darstellen.

142. Das Gehirn ist daher Totalorgan aller peripherischen Nervenpunkte des Gesammtorganismus; ist Einheit der radial zerstreueten Peripheriepunkte.

143. Das Rückenmark ist der stärkste Nerv des Organismus. Er umfaßt die bedeutendste Zahl aus- und rücklaufender Primitivfasern. Das Rückenmark enthält aber auch Belegungsmasse und der stärkste Nerv des Leibes geht daher schon eine Bedeutung als Centralorgan ein. Diese Spinalcentralität ist aber eine untergeordnete, weil in ihr kein einziger Nerv endet, sondern nur auf seinem Durchlaufe Bläschen angeheftet erhält.

144. Die Ganglien sind gleiche untergeordnete Centralmassen. Allenthalben, wo Bläschen sind, da lebt in ihnen Innervationsspannung, erzeugt durch eigenthümliche Produktion und durch Abhängigkeit vom Gehirn. Diese sekundären Belegungsmassen müssen daher den Strom der Innervation in den durchlaufenden Fasern verändern und modifiziren.

145. Wollen wir uns jetzt einen Strömungsakt der Innervation anschaulich zu machen suchen, so haben wir ihn folgendermaßen zu denken: Die Seele hat irgend eine bewußte oder unbewußte Richtung auf das organische Abbild (den Leib). Indem sie dieselbe will (die Seele will auch bewußtlos), werden dieser Richtung entsprechende, höchst impressionable Gehirnbläschen alterirt und es geht die Innervation in die Faser über, welche den peripherischen Punkt, auf den die seelische Potenz gerichtet

ist, im Gehirn repräsentirt. Die Strömung erreicht den peripherischen Punkt, bewirkt hier ein von der Seele beabsichtigtes Phänomen und geht dann rückläufig zum Gehirn zurück. Das Phänomen, welches aber peripherisch erreicht wird, ist nur Folge einer, von der anströmenden Innervation erregten Alteration eines Organs, diese Alteration wirkt auf den Zustand des Nerven und die rückkehrende Strömung bringt jetzt eine Perception zum Gehirn, die hier entweder, ohne besondere Wahrnehmung der Seele, das freie Gemeingefühl bilden hilft oder zum Bewußtsein der Seele durch abermalige Alteration der nächsten Hirnbläschen gelangt und der Seele die Vorstellung giebt, daß ihre Absicht auf das Leibliche eben geschehen ist, was die Seele aus der entsprechenden Perception von der peripherischen Umstimmung schließt.

146. Im Organismus strömen nun fortwährend durch Millionen Faserketten Innervationen vom Gehirn aus, erhalten alle Organe in lebendiger Spannung und führen aus allen peripherischen Regionen Perceptionen zurück, die das Gemeingefühl bedingen. Das bildende Leben, welches von der bewußtlosen Region der Seele erregt und unterhalten wird, hat ununterbrochen geregelte Strömungen; die bildende Seele erregt sie, kraft eingeborenen Urbildes und die aus dem Bildungsleben aufgenommenen Perceptionen, welche gegen das Gehirn anströmen, erregen wieder neue, geregelte, reaktionelle Strömungen und so erfolgen Perception, Gegenwirkung, erscheinend als Stoffwechsel, Wärme, organische Gestaltung, unwillkürliche Muskelbewegung, ohne jedesmalige bestimmte Vorstellung der Seele, wohl aber mit einer

dunklen, summarischen Stimmung, die von dem freieren oder beschränkteren Lebensschwunge als „Gemeingefühl“ Rapport giebt.

147. Im bewußten Leben findet dieser Vorgang in gleicher Gesetzmäßigkeit, aber in höherer Potenz Statt. Es liegt in dem Willen der Seele, diese oder jene Innervationsströmung zu erregen, schwach oder kräftig zu machen und die aus den peripherischen Regionen aufgenommenen Perceptionen gelangen in der Seele zum Bewußtsein. Daß jede Perception, z. B. Kälte, Tasten ꝛc. nicht im Gehirn, sondern immer an der peripherischen Region wahrgenommen wird, bedarf wol keiner Erörterung, wenn man weiß, daß der centrale Punkt der Nervenfaser nichts anderes, als der Repräsentant des peripherischen ist und beide durchaus ein Ganzes bilden.

148. Untersuchen wir nun anatomisch, welche Eigenthümlichkeiten den Nervenfasern zukommen, deren Innervationsströmungen bewußtlos bleiben oder zu dunklen Perceptionen gelangen und denjenigen, welche mit Absicht und Vorstellung agiren, so finden wir, daß alle ersteren Strömungen durch Nerven des bildenden Lebens gehen, also durch die Ganglienbläschen laufen.

149. Dagegen sind alle diejenigen Nerven, welche ihren Lauf nicht durch sympathische Ganglienmassen nehmen und die man deßhalb insbesondere Gehirn- und Rückenmarksnerven nennt, der bewußten Empfindung und Reaktion dienstbar. Die an Gehirn- und Rückenmarksnerven vorkommenden Ganglien sind theils kleiner, theils seltener, als die s. g. sympathischen und wir haben, um ihre klareren Innervationsströmungen richtig

beurtheilen zu können, folgenden Satz vorläufig hinzustellen.

150. Die Ganglienbläschen dienen dazu, den durchgehenden Innervationsstrom aus der Isolation zu bringen und bis auf einen gewissen Grad zu vertheilen. Diese Vertheilung hat zur Folge,

a. daß die centripetalen Strömungen, also diejenigen, welche Perceptionen leiten, nicht in ihrer isolirten Kraft zum Gehirn anströmen können, daß sie vielmehr geschwächt werden und nicht immer die Centralität des Gehirns erreichen;

b. daß die centripetalen Strömungen in den Nerven von der Ganglienmasse vertheilt und auf die auslaufenden Nervenfasern hinübergeleitet oder auch ganz gedämpft werden. Im ersteren Falle wird eine sekundäre Schließung der Innervationskette bedingt, welche nun wieder eine centrifugale Strömung zur Folge hat, das heißt, auf die in der Ganglienmasse angekommene Perception erfolgt eine reaktionelle Strömung, ohne Mitwirkung des Hirns. — Im zweiten Falle wird die Perception so gedämpft, daß gar keine Reaktion erfolgt. Beide Akte sind der wahrhafte Vorgang der Innervation im bildenden Leben.

c. Nur starke, besonders energische, centripetale Strömungen vermögen trotz der Gangliendämpfung und Vertheilung dem ferneren Laufe der Primitivfaser zu folgen und zum Gehirn zu gelangen, wo dann diese Strömung dunkel erfühlt wird und eine ebenfalls dunkel oder heller bewußte Reaktion erregt.

d. Aus diesen Sätzen folgt, daß eine Innervation

immer um so reiner und bewußter ist und zum Gehirn geht und vom Gehirn ausläuft, wenn die Faser aus dem embryonischen Bläschenzustande sich herausgebildet und isolirter Cylinder geworden ist; daß solche Faser immer reiner und unter direkterer Gehirncentralität wirkt, je wenigere Bläschen sie auf ihrem Laufe antrifft.

e. Bläschen finden wir aber, außer im Gehirn, auch im Rückenmarke und in den Ganglien; beide müssen daher die durch sie laufenden Innervationsströmungen vertheilen und zum Ueberspringen auf andere Fasern fähig machen. Dieses Ueberspringen der Strömung ist das Phänomen der Reflexion, für welche man hypothetische Nerven aufgesucht hat.

f. Diese erfolgenden Reflexionsgegenwirkungen, welche im Ganglion und im Rückenmarke entstehen ohne direkte Theilnahme des Gehirns, sind sehr wichtig. Sie haben zur Folge, daß die Seele, welche in ihrem bewußten Kreise höhere Vorstellungen als die auf das Leibliche gerichteten, gewinnen soll, nicht auf jeden Vorgang des bildenden Lebens aufmerksam gemacht und zur bewußten Reaktion gereizt wird. (Wie müßte es unseren höheren Kreis des Bewußtseins zerstreuen und verwirren, wenn wir bestimmte Empfindung von jeder Verdauungsarbeit, jedem Herzschlage ꝛc. haben und mit bewußter Willensrichtung jede Bewegung des Darms, der Absonderungswerkzeuge, des Herzens ꝛc. veranlassen müßten! Um dieses zu verhüten, schuf die Natur Ganglien und Rückenmarksbläschen. Hieraus wird nun auch klar, wie im entwickelten Nervensysteme die Reflexionen immer näher dem Gehirn und zwar im Rückenmarke erzeugt werden.

In einem embryonischen oder niederen Thiere, wo die Nerven noch aus Bläschenreihen bestehen, verhindert die geringe Isolation, daß die Strömungen zum Centralorgane geleitet werden; die durch Reize hervorgerufenen centripetalen Strömungen gehen sogleich in Reflex über und es erfolgt, wie an einer einfachen galvanischen Kette ohne Leitungsdrähte, sogleich der entgegengesetzte Strom. Hierdurch erklärt sich z. B. der Herzschlag embryonischer, niederer oder hirnloser Geschöpfe. Die Coincidenz zweier polarisirter Blutströme erregt centripetale Innervation, welche aber in den Herznerven selbst die motorische Reaktion mittelst Reflex hervorruft. Je höher das Geschöpf ausgebildet ist, d. h. je isolirter die Nervencylinder sich darstellen, um so weniger können sie reflektiren, vertheilen, sondern der percipirende Innervationsstrom muß so weit centripetal fortgehen, bis er an Bläschenmassen trifft, welche Vertheilung, Reflex auf centrifugale Nerven veranlassen. Dieser Ort ist für die Herznerven z. B. das Rückenmark. — Würden hier nicht in der Belegungsmasse des Rückenmarks die einlaufenden Strömungen gedämpft und auf reaktionelle Fasern übergeleitet, so würden wir von jedem Andrange der Blutwellen im Herzen bestimmte, isolirte Empfindung haben und müßten jeden Herzschlag willkürlich hervorrufen.)

151. Zum Verständniß der verschiedenen Akte, in denen Innervationsströmungen Statt finden könnnen, müssen wir zuvor allgemeine Bemerkungen über Sensibilität und Reaktion voraufschicken; denn selbst über diese Grund-

phänomene organischen Lebens haben die meisten Physiologen höchst unklare Vorstellungen. —

152. Gemeinhin ist man der Ansicht, daß die Sensibilität nur allein dem Nervensysteme zugeschrieben werden dürfe. Diese Behauptung ist wahr und falsch. — Sie ist wahr, insofern man unter Sensibilität die bewußte Empfindung organischer Zustandsveränderungen versteht; sie ist aber falsch, wenn, wie gewöhnlich, unter Sensibilität jedwede organische Erregbarkeit gedacht wird.

153. Es giebt keine lebende organische Substanz, welche nicht empfindungsfähig wäre. Der Eistoff des Keimes ist nichts als Empfindungsmasse und da alle ferneren, differenteren Gebilde aus dieser Empfindungsmasse entstanden sind, so muß ihnen auch in demselben Grade, in welchem sie dem Eistoffe ähnlich blieben, Empfindigkeit zukommen. (Vergleiche §. 11. und ffgd.)

154. Das Nervensystem ist nichts anderes, als eine höchste Fortbildung des Eistoffes in den Eigenschaften der Empfindung und Gegenwirkung. Es ist das höchste Individuelle eines Geschöpfes, das Thier im Thiere und gerade dadurch wird es unfähig, in direkte Berührung mit der Außenwelt zu treten. Alle nichtnervosen Gebilde des Organismus sind die Mittelglieder, welche den Rapport der Außenwelt mit dem Nervensysteme vermitteln. Dieses hat denn natürlich auf die Strömungen der Innervation großen Einfluß.

155. Die Nerven stoßen in ihrer peripherischen Region entweder an organische Gebilde, welche durch den Innervationsstrom in einen Zustand versetzt werden, der

reaktionell gegen die Außenwelt gerichtet ist, oder sie finden an den peripherischen Stellen, wo sie von der Außenwelt affizirt werden können, eine eistoffige, der Keimflüssigkeit ähnliche Masse, welche zunächst von den Potenzen der äußern Natur alterirt wird und die Nerven sollen keine andere Affektion erleiden, als die der nichtnervosen, eistoffigen Materie. Alles, was die Nerven percipiren, sind Alterationen der organischen Materie und erst aus der Wahrnehmung dieser Zustandsänderung schließt die Seele auf die Eigenthümlichkeit der Potenz der Außenwelt, welche zunächst die peripherische, nichtnervose Materie umstimmte.

156. Im normalen Zustande nehmen die Nerven, wenn sie wirklich empfinden sollen, nur die Alteration der vermittelnden, nichtnervosen Materie auf; jeder direkte Kontakt zwischen Außenwelt und Nerv verursacht Schmerz.

157. In der späteren Darstellung über das peripherische Verhalten der Nerven werden wir immer jene nichtnervose, halbflüssige Materie, das Vermittelnde zwischen Nerv und außenweltlicher Potenz, anatomisch auffinden.

158. Die Einsicht von einer alterirbaren, nichtnervosen Substanz, von Nerven mit Belegungsmasse und Nerven ohne Behinderung reiner, isolirter Strömung, führt uns nun auf drei Potenzen der Empfindung und Reaktion, deren Unterscheidung so wichtig ist, daß ich jedem Physiologen, welcher sie nicht anerkennt, durchaus jegliche Einsicht in den Vorgang des Nervenlebens absprechen muß.

159. Die drei Potenzen sind folgende:

a. Jede lebende, organische Substanz ist alterirbar von Potenzen der Außenwelt. Die Idee des Lebens strebt aber, ihre organische Bestimmbarkeit überall geltend zu machen, die Umstimmung der Materie ruft einen folgenden erhöhten Normalzustand hervor und dieser offenbart sich in der Bildungsfähigkeit der Materie. Dieser Vorgang ist weder Empfindung, noch Fühlung zu nennen, Nerven nehmen nicht daran Theil und wenn die von jener alterirten Materie berührten Nerven-Peripheriebögen von derselben ebenfalls alterirt werden, so tritt der unter **b.** und **c.** anzugebende Akt ein.

b. Theilt sich die Alteration der nichtnervosen Materie den Nerven mit, welche auf ihrem Laufe zum Gehirn durch Ganglienplexus laufen, so entsteht eine, der Alteration entsprechende, umgeänderte, centripetale Strömung, welche aber schon in den nächsten Ganglien- oder Bläschenmassen modifizirt, vertheilt und auf auslaufende Fasern geleitet wird, worauf dann ein reaktioneller Strom erfolgt, der nun (siehe §. 17, β.) auf verschiedene Weise Statt finden kann. Theilt sich die Alteration der nichtnervosen Materie zunächst dem Kapillarnervennetze mit, so ist das Theilnehmen der Primitivfasern um so gewisser. Diese Art der Nervenleitung ist nicht Empfindung zu nennen, denn das Sensorium nimmt diesen Vorgang nur wahr, wenn die Alteration eine so energische Centripetalströmung erregte, daß die sekundären Belegungsmassen diese nicht dämpfen konnten und die Strömung, wenn auch geschwächt, das Hirn erreicht. Diese Art der Innervation und Umstimmung nennen wir

daher Perception (oder organisches Fühlungsvermögen) und bewußtlose Reaktion.

c. Trifft nun die Alteration der nichtnervosen Materie Nerven, welche auf ihrem Laufe keine Bläschenmassen antreffen, dann geht die peripherische Umstimmung als centripetale Strömung ungeschwächt zum Gehirn und bringt einen Zustand der Belegungsbläschen hervor, welchen die Seele (bei ihrem innigen Vereinleben mit jenen Bläschen) theilt, empfindet und worauf sie mit Bewußtsein reagirt. — Dieser Akt ist Sensibilität, Empfindung und bewußte Reaktion.

160. Diese Akte geben uns nun eine bessere Einsicht in die mannichfaltigen Phänomene des Nervenlebens. Es wird uns klar, daß auch nichtnervose Gebilde thätigen Antheil an den Umstimmungen und Aktionen des Nervenlebens nehmen, ja daß ohne nichtnervose Zwischenglieder keine normale Perception, Sensibilität und Reaktion möglich werde und daß das bewegbarste, individuellste Gebilde des Organismus bald von den Einwirkungen der außenweltlichen Potenzen zerstört werden müßte, wenn nicht jene Potenzen normal nur die nichtnervosen Organe träfen und erst die Alteration dieser Gebilde für das Nervenleben die peripherischen Reize abgäbe.

161. Nunmehr werden die einzelnen Innervationsakte richtiger beurtheilt werden können, da ich dem weiteren Nachdenken der Physiologen es überlassen darf, in meiner systematischen Lehre die empirischen Anwendungen aufzusuchen. Ich habe, ehe ich am Schlusse dieses Kapitels beispielsweise die vielfach irrig interpretirten, empirischen Thatsachen einiger bekannter Experimente in

das gehörige Licht zu setzen versuchen will, für jetzt folgende Sätze zu erklären:

a. Wie soll auf normale Weise die geschlossene Nervenfaserkette alterirt werden?

b. Kann der kürzere oder längere Lauf einer Faser Einfluß auf Innervation haben?

c. Welche Bedeutung haben die Ganglien für Innervationsströmungen und wie verhalten sich die Kapillarnervennetze?

d. Wie stellt sich das Verhältniß des Rückenmarks zu den Innervationsströmungen dar?

e. Wie verhält sich die Innervation im Gehirn?

f. Wie sind die Muskelkontraktionen durch Innervation zu erklären?

g. Was hat man von den Innervationsumkehrungen zu halten und können durchschnittene Nervenfasern noch leiten?

Nach Beantwortung dieser Fragen glaube ich über das Nervenleben nicht mehr in Zweifel zu stehen und alle Widersprüche in den experimentalen Resultaten mit kurzen Worten erklären zu dürfen.

162. Wie soll auf normale Weise die geschlossene Nervenfaserkette alterirt werden? Schon die anatomische Bedeutung einer Faser, als Leitungsorgan zwischen Centrum und peripherischen Punkten, giebt uns hierüber eine allgemeine Kenntniß. Durch die Faser sollen beide entgegengesetzte Punkte vereint werden, ihre gegenseitige Bedingung liegt in der Faser somatisch ausgedrückt. Im Centro befinden sich die idiospontanen Bläschen und an der Peripherie finden sich alterirbare Glieder des Orga=

nismus, welche die Außenwelt mit dem Nerven in Rapport führen. Es liegt hier also schon somatisch der Beweis, daß Central- und Peripheriebogen (weil hier idiospontane Bläschen und dort Zwischenglieder zwischen Nerv und Außenwelt geschaffen wurden) die lebenvollsten Punkte der Faser sind. Es verhält sich ganz analog dem Gefäßleben, wo Herz und Peripherie die höchste Lebensenergie und Bedeutung zeigen, hier Centralität, Puls, dort die wichtige Exosmose und Endosmose. —

163. Wir erkennen aber auch physiologisch, wo die für Alterationen bestimmten, normalen Punkte der Faser zu finden sind. Niemals wird eine Erregung der Faser zur richtigen Perception und Sensation führen, wenn nicht an dem peripherischen Bogen die Potenz einwirkte. Sobald eine Faser in der Mitte ihres Laufes erregt wird, so entstehen stets gemischte Phänomene, die entweder der centripetalen Strömung oder der centrifugalen angehören oder auch beiden, je nachdem die einlaufende, oder die auslaufende Faser oder beide zugleich gereizt wurden. Es erfolgt auf die Reizung einer centripetalen Faser, wenn sie auf ihrem Laufe erregt wird, a) unangenehme, ungewöhnliche Empfindung scheinbar in dem peripherischen Bogen, weil die Nervenströmung von diesem Bogen herkommt und die Seele nur gewohnt ist, Zuleitungen durch den Nerven als peripherische zu empfinden. b) Es erregt die ungewöhnlich modifizirte Innervation eine neue centrifugale, welche als Zuckung erscheint. Diese ist nicht immer Reflex durch Bläschenmasse, sondern erfolgt auch, wenn ein auslaufender Nerv mit gereizt wurde. So z. B. Krampf beim Reizen eines Be-

wegungsnerven. c) Es entsteht Schmerz an der örtlich gereizten Faser, weil jede ungewöhnliche Reizung eines Nerven immer Schmerz erzeugt und die Oertlichkeit dieses Schmerzes durch die peripherischen Bögen der Nervi nervorum zur unterscheidenden Wahrnehmung kommt.

164. Jeder Nerv soll daher an seinem peripherischen Bogen alterirt werden, wenn seine Perception zur deutlichen Sensation kommen soll. Mit dem stumpfen Ende eines durchschnittenen Tastnerven können wir kein räumliches Verhältniß wahrnehmen und der dadurch bedingte Schmerz wird als solcher täuschend an der getrennten Peripherie empfunden, weil die Seele das Ungewöhnliche nur in der Form des organischen Zusammenhangs ihrer Nervenfasern wahrnimmt *). Daher auch das Phänomen der Empfindung in amputirten Gliedern.

165. Es ist aber nicht allein hinreichend, daß die Nervenfaser normal am peripherischen Bogen erregt werde, wenn sie nicht Schmerz, Zuckung und vermischte Perceptionen erregen soll, sondern es ist auch ihr räumliches Verhältniß von Wichtigkeit. Die Faser soll nicht in ein zu fremdes Raumverhältniß zu den nebenliegenden Fasern gebracht werden, weil die Seele gewohnt ist, das Nebeneinander der isolirten Perceptionen, denen auch

*) Empfindung ist ja nichts weiter, als zum Centro geleitete und hier wahrgenommene Strömung, erregt durch peripherische Umstimmung. Ein durchschnittener Nerv hat zwar sein peripherisches Ende verloren, aber sein centraler Punkt ist ja gerade der im Gehirn wiederholte peripherische und was den centrischen Pol umstimmt, erscheint der Seele nur als Umstimmung des peripherischen Punktes, zu dem die Faser lief.

im Gehirn ein räumliches Verhältniß der Bläschen entsprechen muß, zu beachten. Die Verwechslung der Radial- und Ulnar-Nervenseiten beim Rollen der Kugel, hat dieses Phänomen bewiesen.

166. Endlich soll keine Faser direkt, sondern immer nur durch die Zwischenglieder und nicht nervosen Gebilde alterirt werden. Wir finden im ganzen Organismus keine einzige Stelle, wo eine peripherische Faser unmittelbar mit der Außenwelt in Kontakt träte, ja es zeigt sich, daß da, wo eine sehr feine, ausgebildete Wahrnehmung bezweckt wird, immer die nicht nervosen Theile, welche zunächst von der Potenz erregt werden sollen, mannichfaltig ausgebildet und selbst in sich wieder differenzirt sind, um dem dahinter liegenden Nerven nur die sublimsten und bereits organisch veränderten Reize zuzuleiten. So z. B. bei den Sinnesnerven. —

Wird daher ein Nerv unmittelbar erregt, z. B. bei Bloßlegung, dann wird er nur Schmerz und keine Perception leiden oder plötzlich gelähmt werden.

167. Kann der kürzere oder längere Lauf einer Faser Einfluß auf Innervation haben? — Ich beantworte diese Frage mit Ja! — Es ist schon aus der früher angegebenen Eigenschaft des nervösen, in vielen Beziehungen nach galvanischen Gesetzen sich offenbarenden Stroms, aus dem, was über Isolation der Faser und abdämpfende Bedeutung der Ganglienmassen gesagt wurde, die Bejahung obiger Frage abzuleiten, selbst wenn uns die sinnliche Wahrnehmung nicht evident gezeigt hätte, daß die Energie der Innervation und folglich ihre isolirtere Wirkung in den größeren Entfernungen vom

Gehirn abnähme. — Wir bemerken an denjenigen Nerven, welche auf ihrem Wege aus dem Gehirn nach der Peripherie von keinen anderen Belegungsbläschen, als denen des Centralorgans selbst, berührt werden und welche ganz in der Hirnnähe peripherisch enden, daß von ihnen die feinsten Perceptionen und Empfindungen fortgeleitet werden (z. B. in den drei höheren Sinnesnerven), während in anderen Fasern, wenn sie durch Bläschenanhäufungen, oder lange in Nervenbündeln, Geflechten, in der ganzen Länge des Rückenmarks rc. laufen, die reagirenden Innervationsströme immer mehr an Isolation und Präzision der Wirkung verlieren und die percipirenden Strömungen weniger rein, präzis und kräftig zum Organe des Centrallebens hingeleitet werden.

168. Aus dieser Wahrnehmung vermögen wir auch zu erklären, warum alle höheren Reaktionen und Perceptionen, alle genaueren Muskelakte und Empfindungen in den obern, dem Gehirn näher liegenden Regionen des Körpers, namentlich am Kopfe Statt finden. Die centrifugalen Strömungen sind so präzis und isolirt, daß der Mechanismus des tönenden Kehlkopfs und der Artikulationswerkzeuge, daß die physiognomischen Muskelbewegungen des Antlitzes eine Genauigkeit zeigen, wie kein anderer Apparat des Leibes; es finden sich die höchsten Sensationsnerven im Kopfe und kein Rumpfnerv erreicht, ohne besondere Uebung und Willensrichtung, die feine Unterscheidung, wie z. B. die Zungentastnerven und die Sinnesnerven.

169. Ferner wissen wir, daß die Rumpfnerven, welche aus dem obern Theile des Rückenmarks heraustreten,

weit kräftigere, präzisere Strömungen durch sich lassen, als diejenigen, welche erst aus dem Abdominaltheile hervortreten. Die Nerven des Arms sind in ihren Wirkungen, z. B. Fingerfertigkeit und Tasten, weit isolirter, als die des Beins und Fußes, wo auf Bewegung einer Zehe sich die nächsten mitbewegen, weil die einzelnen Muskeln unausgebildet blieben und diese nur durch oft durch sie hinlaufende Innervationsströme entwickelt werden. Hierauf beruht die Uebung, in welcher zahlreiche Strömungen willkürlich in einer und derselben Richtung, d. h. in einer isolirten Faser so oft gegen einen Muskel treffen, bis dieser in seiner Aktion dem Grade der jedesmaligen Strömung entspricht. Hierzu gehört Ausbildung der Muskelfaser, Isolation und Dichtigkeit derselben. Gleiche Bewandtniß hat es mit dem Schärfen der Empfindungen, indem die oft in das Organ gehenden und centripetal rückkehrenden Strömungen den Lebenszustand des Organs erhöhen und in der Alteration verfeinern.

170. Die Nerven, welche eine lange Strecke laufen, ehe sie peripherisch sich umbiegen, sind die am dunkelsten percipirenden und am wenigsten präzis reagirenden Leiter. Wir finden solche Nerven deßhalb da, wo die Natur keine schärfere Leitung für nothwendig hielt. Weiter Lauf im Rückenmarke, in Nervenstämmen, in Geflechten (abgesehen von den stärker gedämpften Ganglien) ist der isolirten Strömung nicht günstig, schwächt den Strom und erregt durch Vertheilung der Innervation auf nahe Fasern Mitbewegung und Mitempfindung. Gehirnnerven, welche sich direkt auf das Bildungsleben beziehen

und nicht immer klare Empfindungen und willkürliche Reaktionen leiten sollen, entspringen daher entweder in der Nähe der **Medulla spinalis**, um den großen Hemisphären nicht zu nahe zu sein, oder sie machen auf ihrem Laufe zu den Organen starke Plexus, worin die Innervationsströme geschwächt werden. So z. B. der **Nervus vagus**, welcher schon von den Bläschen des **Corpus olivare** und **restiforme** abhängt und reaktionell hier erregt und in den Perceptionen gedämpft wird, während die Plexus ebenfalls schon die isolirte Wirkung mehr vertheilen. An fernern Beispielen fehlt es in der Physiologie nicht.

171. Welche Bedeutung haben die Ganglien auf Innervationsströmungen und wie verhalten sich die Kapillarnervennetze? Bei dieser Betrachtung kommt es gar nicht in Unterscheidung, ob die Ganglien vorzugsweise den Bildungsnerven (§. 119.) oder denen des centralen Systems angehören. Ihre Bedeutung bleibt dieselbe, sie sind Modifikatoren und Dämpfer der Innervationsströme. Zu beachten bleibt es aber, daß im centralen Systeme diese Ganglienbläschen sich vorzugsweise an den percipirenden, also rücklaufenden Fasern befinden, welches schon zur Genüge die Bedeutung ankündigt. So sind die sämmtlichen Ganglienknoten der sogenannten hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven, d. h. begriffsrichtig: der in das Rückenmark eintretenden rückläufigen Fasern, nichts anders, als Gebilde, welche die zu heftig strömenden Innervationsströme der Perception mäßigen, dämpfen sollen, damit sie 1) nicht zu energisch im Rückenmarke fortgehen, hier zu sehr von anliegenden Bläschen

vertheilt und auf reagirende Nervenfasern hinüberreflektirt werden, welches starke und unnütze Reflexionsbewegungen zur Folge haben würde. (So z. B. die heftig andrängenden centripetalen Strömungen im geschlechtlichen Orgasmus werden von den Ganglien nicht proportional gemäßigt und bewirken daher im Rückenmarke selbst Ueberspringen auf motorische Fasern, Zuckungen.) — 2) Durch die Rückenmarksganglien wird ferner verhütet, daß alle, namentlich die gemäßigteren von dem bildenden Leben erregten Perceptionsströmungen, immer bis in das Gehirn hinauf reichen, wo sie dann bewußte Reaktionen erzielen würden. Diese Strömungen werden daher im Rückenmarke durch Vertheilung und geringere Isolation auf reaktionelle Fasern reflektirt und nur besonders wichtige oder erregte Ströme gelangen zum Gehirn, um das Sensorium von gewissen, leiblichen Vorgängen in Kenntniß zu setzen und bewußte Reaktionen zu bewirken. (Daraus erklärt sich, wie an sich bewußtlos vor sich gehende Lebensakte unter Umständen zum Bewußtsein gelangen. Dasselbe gilt von allen Wirkungen der sympathischen Nerven. So die Gefühle von Hunger und Durst, die geschlechtlichen Regungen, die Zustände der Absonderungsorgane, des Blutes.)

172. Alle Ganglien, welche sich auf dem Laufe centraler Nerven finden, welche nicht durch das Rückenmark gehen, sind nur als Stellvertreter des Rückenmarks und seiner hintern Ganglien anzusehen. — Sie sollen Empfindungsinnervationsströme, welche mit zu heftiger Energie gegen das Gehirn andringen, mäßigen, vertheilen, weil sonst leicht zu große Umstimmung der Gehirnbläschen

bewirkt werden könnte. So ist hier außer den Ganglien, welche sich an gewissen Sinnesnerven vorfinden, vorzüglich das **Ganglion Gasseri** an dem **Trigeminus** zu beachten, welches um so entschiedener die obige Bedeutung verräth, als die **Portio major**, also die rücklaufenden, sensibeln Fasern von dieser Bläschenmasse aufgehalten werden, weßhalb die Perceptionen des **Ramus primus** und **secundus** und die dem Ganglion zugehörenden Fasern des **Ramus tertius** in diesem Ganglion ein für sie bestimmtes Rückenmark finden.

173. In Betreff der sympathischen Ganglien kann ich hier theils an das früher in diesem Buche Gesagte erinnern, theils noch hinzufügen, daß die Lebensaktionen der Bildungsnerven sich gar nicht wesentlich von denen des centralen Systems unterscheiden und daß die Lehre von einer besondern, in den Ganglien wohnenden, sympathischen Nervenkraft, die noch von vielen Physiologen als eine geheimnißvolle Qualität behandelt wird, zu den zahlreichen, irrigen Hypothesen geworfen werden muß, welche lange die Wissenschaft fesselten und die Strömung des forschenden Geistes ebenso trübten, wie es die Ganglien in Bezug auf Innervationsströmungen thun.

174. Die Ganglien sind Verdunklungs- und Reflexionsorgane, gehören deßhalb den dunklen, bewußtlosen Regionen des organisch-thierischen Lebens an und niedere Geschöpfe ohne helleres Bewußtsein bringen es daher nur zu einem Gangliensysteme und einem ringförmigen, ganglinösen Schlundnerven *).

---

*) Daß die an einem Nerven befindlichen Belegungsbläschen

175. Die sämmtlichen Nerven des Systems werden durch die Ganglien und Plexus gezwungen, auf Umwegen in das Gehirn zu laufen und dieses geschieht um so deutlicher, je entfernter die Organe, zu denen sie führen, vom Gehirn und je weniger sie für höheres, animales Leben bestimmt sind. In der oberen Region des Rumpfes und dem Centro nahe, wird das sympathische Geflecht immer lichter und spärlicher, weil die meisten Fasern schon in das Rückenmark aufgenommen sind und die übrigen dem Laufe der Hirnnerven folgen.

176. Der stärkste Aufenthalt für sympathische Nerven offenbart sich in dem **Plexus solaris**, wo die Bläschenmassen angehäuft sind, um die Innervationsströme zu modifiziren. Die Erregung einer solchen Primitivfaser, welche im centralen Systeme das Gehirn affiziren würde, erreicht hier die Ganglienbläschen und diese, durch den Strom in der Faser alterirt, theilen ihren Zustand den betreffenden reagirenden Fasern mit; die Perception der Ganglienbläschen erregt also hier schon Reaktion in sympathischen, auslaufenden Fasern und das höhere Sensorium wird daher von diesen Vorgängen des bildenden, niederen Lebens nicht weiter belästigt. Hätte die Seele auf alle diese, in den Gebilden des embryonischen Schleimblattes, Statt findenden Vorgänge bewußten Einfluß, so würde dieser nicht ohne große Störungen des normalen Aktes bleiben können (man denke sich nur einmal, daß

bei Thieren recht eigentlich Reflexionsgebilde sind, zeigt sich z. B. bei einem ausgerissenen Phalangienfuße, dessen Zuckungen durch die im Beinnerven enthaltenen Bläschen entstehen, welche die auslaufenden Fasern erregen und motorische Wirkung haben.

wir es in der Willkür hätten, nach Belieben den Motus peristalticus und die Magenbewegung zu üben, oder Galle zu ergießen, Hämatose und Puls zu ändern!) und wie sehr müßte die Seele in ihrer höheren Richtung des Erkennens abgelenkt werden, da sie allaugenblicklich die Aufmerksamkeit auf das Bildungsleben zu wenden hätte.

177. Die Bildung geschieht auch ohne Nerven. Krystalle und Pflanzen beweisen es. — Wo aber einmal in der höheren Differenz der organischen Einheit das Nervensystem, als ein innerster, höchster Lebensmoment für Erreichung höherer Lebenszwecke nicht fehlen darf, da wird es auch nicht allein als Basis des höheren Sensorium, sondern der Vollständigkeit des Ganzen wegen, auch im Bildungsleben, in den Fortbildungen des embryonischen Schleimblattes (vergl. Valentin's Entwicklungsgeschichte) entwickelt sein. Das Bildungsleben geht aber nach ewigen, unabänderlichen Naturgesetzen vor sich, die Willkür des Geschöpfes soll nichts daran ändern und wie weise und schön offenbart sich diese Einrichtung in den Ganglienbildungen, welche als bewußtlose, sekundäre Gehirnmassen, percipiren und durch die Gesetze der Innervation auch ohne Centralorgan reagiren können! Das sympathische System vollbringt demnach für das Bildungsleben, ohne die höheren Gehirnfunktionen zu stören, alle nöthigen Perceptionen und Gegenwirkungen, welche das Bilden erfordert und wir entdecken immer da, wo Willkür sich auch auf diese Regionen erstrecken soll, centrale Nerven, welche aus dem einstigen, embryonischen

serösen Blatte entstanden sind und sich in die Gebilde des Schleimblattes versenken.

178. Während ich über den Gegenstand, welcher hier dargestellt ist, nachdachte, fiel mir der **III.** Theil der Physiologie des trefflichen Carus in die Hände und ich finde hier über meine Ansicht Anwendungen gemacht, die mich so sehr im vollkommensten Maße befriedigen und aus meiner Seele gesprochen sind, daß ich nicht wage, ein Wort zu verändern und nicht unterlassen kann, die fesselnde Darstellung ganz zu citiren. Der treffliche Denker sagt S. 98. Anmerk.: „„Es ist der Lebensprozeß immer ein untrennbar Ganzes, jedes Einzelne setzt das Uebrige unbedingt voraus und so würde eigentlich bei der wissenschaftlichen Betrachtung e i n e r Seite immer schon die genaue Kenntniß der anderen Seiten vorauszusetzen sein, welches jedoch bei einer Schritt für Schritt folgenden Darstellung natürlich nicht möglich ist. Dabei müssen wir uns freilich bis jetzt begnügen, noch manche Frage über die Einwirkung des sympathischen Systems auf Bildungsleben nicht beantworten zu können. — Erst wenn namentlich der Verlauf der Primitivfasern und ihr Verhältniß zu den Belegungsmassen der einzelnen Ganglien des Sonnengeflechts genauer bekannt ist, wird man hier die Lebensrichtungen noch genauer zu bestimmen im Stande sein. Wie man jedoch nur durch die Einsicht in die Vorgänge des sympathischen Systems das Bedingtsein des Herzschlages vom Nervenleben aus richtiger verstehen wird, so wird man jetzt ebenso das Oeffnen und Schließen der Magenöffnung und des Blinddarms, die peristaltische Bewegung des Darms über-

haupt, die Bewegung der Absonderungskanäle, die Bewegungen in den Wänden der Lymphgefäße u. s. w. richtiger würdigen. Alles dieses nämlich sind Lebenserscheinungen, welche immer unbewußte Mitwirkungen der Nerven voraussetzen. Eine peripherische Primitivfaserumbiegung des sympathischen Systems erfühlt nämlich die Veränderung, z. B. das Anhäufen der Flüssigkeit in dem Absonderungsorgane und diese Erfühlung erscheint als Strömung gegen die centrale Umbiegung derselben Primitivfaser im Gehirn; aber die schwache Erregung der Innervation reicht nicht aus, vermöge der minder vollkommnen Isolirung dieser Primitivfasern, bis zum Hirn zu gelangen; schon unterwegs bieten sich Belegungsmassen von Nervenbläschen dar (hier könnten dann eben auch jene problematischen, grauen Fasern mit ihren Bläschen eine wichtige Rolle spielen), hier werden die Erfühlungen aufgenommen und, weil hiermit andere Primitivfaserleitungen in Berührung stehen, erfolgt auch unmittelbar von hier aus eine auslaufende Strömung der Innervation in solchen Primitivfaserschlingen, welche an Muskelfasern sich endigen und die Bewegung wird erregt. (Vortrefflich!) Von hier aus ergeben sich die wichtigsten Blicke in die geheime Oekonomie unseres Organismus. So begreifen wir z. B. nun leicht, 1) das oft unmerkliche Uebergehen von bewußtlosen Erfühlungen in bewußte Empfindungen. (Ich erinnere nur daran, daß wir in der Regel von dem durch das Herz strömenden Blute keine bewußte Empfindung haben; allein es verändere sich die Qualität, die Wärmeentwicklung,

die elektrische Spannung des Blutes und die Innervation der Herznerven leitet die Erregung der dortigen, peripherischen Primitivfaserschlingen alsbald trotz aller Ablenkungen bis zum Hirn selbst und wir haben nur das Gefühl eines heiß durch das Herz sich ergießenden Stroms.) 2) Daß Muskelzusammenziehung selbst uns gerade da, wo sie vom sympathischen Nervensysteme und zwar gewöhnlich unbewußter und unwillkürlicher Weise angeregt worden war, durch Uebergehen der auslaufenden, die Contraktion erregenden Innervation, auf rücklaufende, die Erfühlung vermittelnde Innervation, sich zur oft schmerzhaften Empfindung steigern kann *). (Ein merkwürdiges Beispiel hiervon sind die Kolikschmerzen im Darm oder die Wehen im Uterus. Ist z. B. was die Kolik betrifft, diese durch scharfe Stoffe im Darm veranlaßt, so ging dieses so zu: es rief die stärker angeregte Erfühlung der Darmnerven zuerst auf oben beschriebene Weise stärkere Strömungen der Innervation gegen die Muskelfaser des Darms hervor und diese heftige Erregung der Ausströmung der Nervenprimitivfaser setzt sich auch außerdem, daß sie in der Muskelfaser des Darms Contraktion erregt, auf die Rückströmung derselben fort, wird zum Hirn geleitet und kommt, eben weil von dieser Seite in der Regel keine Innervationsströmungen zum Hirn gelangen, als ganz ungewöhnliche, d. i. schmerzhafte Empfindung zum Bewußtsein. Daß

*) Ich setze hinzu, daß die meisten, aus dem bildenden Leben in das Bewußtsein gelangenden Perceptionen, als unangenehme, schmerzhafte oder gesteigerte Empfindung wahrgenommen werden, weil diese Zuleitung immer als ungewöhnlich auftritt.

auf gleiche Weise die Schmerzhaftigkeit der Wehen verständlich wird, liegt am Tage. Uebrigens erklärt sich aus demselben Grunde auch der Schmerz des Krampfes willkürlicher Muskeln und centraler Nerven.) 3) Wird nun die merkwürdige Vermischung von Erfühlungen und Empfindungen von unwillkürlichen und willkürlichen Reaktionen weit leichter begreiflich. (So vermischt sich z. B. im Athmungssysteme Willkür und Unwillkürlichkeit, Erfühlen und Empfinden auf die merkwürdigste Weise, ja man hat Fälle gesehen, daß Menschen auf ihren Herzschlag einen willkürlichen Einfluß geübt haben.) 4) Wird nun aus diesem Verhältnisse des sympathischen, wesentlich nur erfühlenden Nervensystems zum centralen es weit deutlicher, wie eigenthümlich und mächtig die dunkeln Gefühle von den verschiedenen Zuständen unseres bildenden Lebens auf unser bewußtes Seelenleben, auf unseren spirituellen Organismus wirken, so daß eigentlich, was wir in Beziehung auf psychische Vorgänge mit dem Namen des Einflusses leiblicher Zustände auf die Seele bezeichnen, wesentlich hierher gehört *).""

179. In dem vorigen Paragraphen sind über das Nervenleben die größten und wahrsten Aufschlüsse gegeben, so daß ich sie recht dringend allen Physiologen ans Herz legen möchte und nichts anderes, als hundertfache Bestätigungen des Dargestellten hinzuzufügen wüßte.

180. Eine Frage, welche hier noch aufgestellt zu wer-

---

*) Ueber diesen Vorgang und dessen mannichfaltige Erscheinungen wird mein größeres Werk "Symbolik der Organe" (vergleiche Vorrede zu meinem System der Histologie) besonders sich aussprechen.

den verdient, obgleich der heutige Stand der Mikrologie nicht darauf zu antworten vermag und die ich aus subjektiver Ueberzeugung verneine, wäre noch die: ob sich im **Plexus solaris** centrale Primitivfaserumbiegungen befinden oder nicht? Man stellte diese Frage auf, um sich die rasche Gegenwirkung bei einigen Vorgängen im bildenden Leben näher zu erklären. Meine Gründe, weßhalb ich diese Frage mit Nein beantworte, sind folgende:

a. Es hat die feinere, mikroskopische Anatomie in den Geflechten niemals eine Fasercentralität nachweisen können und es wäre auch etwas ganz Ungewöhnliches, was bei der Gleichartigkeit im Baue des Systems nicht anders Statt finden könnte, als wenn die Natur mit solcher besonderen Bildung große Zwecke erreichen wollte. Solche Bedeutung haben aber die sympathischen, ohne Gehirn erregten Reaktionen nicht, weil

b. es aus unzähligen Beispielen erwiesen ist, daß die Perceptionen und Gegenwirkungen, welche in den Ganglien bedingt werden, gar keiner centralen Faserumbiegung bedürfen und es hier schon ausreicht, daß die auslaufenden und einlaufenden Leiter der Innervation von ganglißser Bläschensubstanz berührt und in ihren Strömungen aus der Isolation und in Reflexion gebracht werden. —

181. Wir hätten jetzt die Lebensakte der organischen Fasern und der Kapillarnervennetze zu bestimmen. Wenn wir einmal wissen, welche Bedingungen dazu gehören, wenn eine Nervenfaser isolirte Innervationsströme leiten und zum Hirn fortpflanzen soll, nämlich die Bedingun-

gen, daß die Faser einen möglichst selbstständigen Grad der Entwicklung erreicht, sich aus der Bläschenform zu isolirten Cylindern fortgebildet hat und auf ihrem Laufe so wenig als möglich mit Bläschenmassen in Berührung kommt — so läßt sich schon aus diesen Prämissen mit Bestimmtheit angeben, welcher Lebensakte solche Nervengebilde fähig sind, welche weder die isolirte Cylinderform erreicht haben, noch frei von Bläschengruppen geworden sind.

182. Allen, aus Bläschen und scheidenartigen Fortsätzen bestehenden, nervosen Gebilden kann daher keine andere Aktion möglich werden, als die der Alteration von Reizen, der Mittheilung der Umstimmung an Ganglien oder peripherische Faserschlingen und dadurch bewirkte dunkle, sehr selten und in diesem Falle nur schmerzhaft zum Bewußtsein kommende Erfühlungen und Gegenwirkungen.

183. Die **Fibrae organicae** sind unvollkommene Nerven, untergeordnete Wiederholungen des centralen Nervensystems, Gebilde, welche ihre Centralität in Ganglien finden, die es zu keiner Fasersolidität und Isolirung gebracht haben und deßhalb wol für Alterationen fähig sind, aber keine bestimmte Innervation leiten können. Sie haben aber auf die sympathischen Nerven Einfluß. Da sie sich zwischen sie drängen mit ihren Bläschen, so dämpfen sie die isolirte Strömung und können selbst schwache Reflexe, dem Laufe ihrer nächsten Verästelungen entsprechend, erregen. Sie können aber auch aus den Nerven allgemeine Erfühlungen aufnehmen, können von den Ganglien Ausströmungen erhalten, niemals

aber eine bestimmte Perception und Reaktion vermitteln. Sie sind Innervationsdämpfer, deren Umstimmung höchstens bis zu den nächsten Ganglien reicht. Daß sie aber Einfluß auf organische Bildung haben, läßt sich auch nicht ganz bezweifeln, wenn man der Ueberzeugung lebt, daß jede alterirbare Substanz, die noch dazu dem Nervensystem angehört, auch Gegenwirkung bedingen muß und diese auf unterster Stufe immer nur als Fortbildung auftreten kann. —

184. Die organischen oder grauen Fasern haben im erwachsenen Organismus ganz dieselbe Lebensaktion, wie die ersten Nervenrudimente im Embryo. —

185. Die Kapillarnervennetze, die, von außerordentlicher Zartheit, auch in Theilen entdeckt worden sind, von denen man glaubte, daß sie nervenlos seien, werden für Erklärung mancher pathologischer Zustände von Wichtigkeit. Sie stellen permanent den Zustand des Nervensystems dar, in welchem es embryonisch einst als ein feines Netzwerk bläschenreicher Verbindungen und vom Rudimente des Rückenmarks ausgehend, den Eikörper überspann. Im ausgebildeten Organismus, wo die Centralbläschen sich von den Nervenfasern different unterschieden und entwickelt haben, sind diese embryonischen Vernetzungen zurückgedrängt und umgewandelt, nur sind sie noch an allen Stellen geblieben, wo die Primitivfaserbögen enden und keine feinere Nervenperception wie Reaktion nöthig wurde.

186. Es leuchtet ein, daß diese sich an die peripherischen Nervenfaserbögen anheftenden und im nichtnervosen Gebilde sich netzförmig fortspinnenden Kapillarge-

flechte für alle sie betreffenden Reize impressionabel sind und dagegen einwirken müssen. Diese Reaktion kann auch nur die unterste Potenz thierischer Gegenwirkung, nämlich nur eigene Fortbildung sein. Trifft sie aber ein stärkerer oder dauernder Reiz, dann wird ihre Alteration auch die Primitivfaserbögen, an welche sie sich heften, umstimmen müssen und in diesem Falle wird eine Innervationsströmung entstehen, die, wenn sie gegen Ganglien läuft, sympathische, bewußtlose Reaktionen hervorrufen, aber wenn sie durch centrale Fasern zum Gehirn geleitet ist, hier Empfindung bewirken wird. Das Vorkommen der Kapillarnervennetze in der **Pia mater** z. B. giebt uns einen physiologischen Aufschluß über die so oft mit Heftigkeit auftretenden Kopfschmerzen nervöser Art, indem eine Reizung dieser Kapillarnervennetze die nächsten Primitivfasern erregt und die dadurch bedingten Innervationsströmungen gegen das Hirn die schmerzhafte Sensation verursachen. Diese verästelten Nervennetze sind von vielen Forschern und auch von mir in vielen Gegenden des peripherischen Gliedbaues dargestellt und aus dem Vorkommen in den verschiedenartigsten Gegenden darf ich schließen, daß sie allgemein im Körper verbreitet und nur wegen ihrer außerordentlichen Feinheit nicht allenthalben sichtbar zu machen sind.

187. Wie stellt sich das Verhältniß des Rückenmarks zu den Innervationsströmungen dar? — Diese Frage ist nach dem, was früher in diesem Buche gesagt wurde, sehr leicht zu beantworten. Das Rückenmark ist der stärkste Nerv des Organismus, d. h. es liegen in ihm Millionen Primitivfasern nebeneinander, um diesen ge-

meinschaftlichen Weg zwischen Gehirn und Peripherie einzuschlagen; in dieser Beziehung verhält es sich also ganz wie ein Nervenstamm. Da aber das Rückenmark auch Bläschen enthält und diese die Lebensfähigkeit haben, nicht nur hindurchgehende Innervationsströme in sich zu vertheilen, aufzunehmen, sondern auch von diesen Strömen der Art alterirt werden zu können, daß sie neue Innervation erzeugen und dadurch auslaufende Nerven zur centrifugalen Strömung erregen, so stellt sich das Rückenmark in einer zweifachen Lebensbedeutung dar.

188. Diese doppelte Lebensbedeutung liegt auch offenkundig in dem Rückenmarksbaue somatisch ausgedrückt. Es steht in seiner Bildung zwischen Gehirn und Nervenstamm. — Die Bildung des Gehirns wiederholt sich im Rückenmarke durch die symmetrische Theilung in zwei Hälften und ein Verbindungsstück, durch die Anhäufung der idiospontanen Bläschen und die davon gebildeten grauen Schichte, wie endlich auch durch die Entstehung als centrale Hohlblase mit flüssigem Contentum. Die Bildung des Nerven wird aber im Rückenmarke durch die Faserbündel und allgemeine Nervenstammform repräsentirt, wie durch den Umstand, daß sich keine einzige Faser in ihm central umbiegt, eine alleinige Eigenthümlichkeit des Gehirns.

189. Aus dieser somatischen Form wird die physiologische Bedeutung, wie sie aus dem Wesen der Innervation erkannt ist, nur noch deutlicher. Es versteht sich von selbst, daß die Innervationen der rücklaufenden Rumpfnerven dem Gehirn zugeleitet werden und hier, durch Alteration der Bläschenmasse, Sensation und neue

centrifugale Strömung erregen müssen und insofern verhält sich das Rückenmark als Nervenstamm. Da aber auch bedeutende Bläschenmassen im Rückenmarke enthalten sind und viele Nerven mit diesen in nächste Berührung kommen, so muß sich auch hier dasselbe wiederholen, was wir in den Ganglien erkannt haben, nämlich die Innervationen müssen von den Bläschen modifizirt, aus der Isolation gebracht und auf motorische Fasern reflektirt werden. Die Bläschen erzeugen in sich Innervation, diese in ihnen bestehende Anhäufung und Spannung muß durch den zugeleiteten Nervenstrom erregt, verändert werden, es muß die Innervation der Bläschen influenzirt werden von der percipirenden Nervenzuleitung, die Bläschenspannung theilt sich an nahe, in organischer Verbindung mit ihr stehende motorische Fasern mit, es geht von den Bläschen die Erregung eines auslaufenden Stromes aus und es entsteht Reaktion ohne Zuthun des Gehirns und deßhalb unwillkürlich. Schwache Innervationszuleitungen in Nerven, welche mit Rückenmarksbläschen verbunden sind, kommen gewöhnlich nicht zum Hirn und es folgt ihnen in der Medulla schon die Reaktion; starke Innervationen in denselben Nerven können entweder wegen ihrer Energie zum Hirn reichen und willkürliche Reaktion bewirken, aber auch eine so starke Umstimmung der Spinalbläschen erregen, daß diese im größeren Umkreise die motorischen Nerven irritirt und also auch auf gewöhnlich willkürliche Muskeln wirkt. Ferner geht aus diesem Verhältnisse hervor, daß je höher im Rückenmarke die Rumpfnerven abgehen und ferner auf ihrem Laufe keine Bläschenhaufen mehr berüh-

ren, auch um so reiner die Willkür und Empfindung in ihnen sein muß, während die Nerven, welche weite Strecken im Rückenmarke verlaufen und mit dessen grauer Bläschensubstanz in Berührung stehen, weit leichter von diesen Bläschen umgestimmt werden können und ihre Lebensakte mehr als dunkle Erfühlung *) und unwillkürliche Gegenwirkung auftreten.

190. Es findet also im Rückenmarke eines theils reine Durchleitung, wie in jedem Nervenstamme, anderntheils aber wegen der Bläschenmassen, auch Dämpfung des Stromes und Erzeugung eines reaktionellen Stromes Statt. In letzterer Beziehung ist die Funktion der **Medulla spinalis** ganz der der Ganglien gleich, da Ganglien eigentlich nur Stellvertreter des Rückenmarkes für Gehirnnerven und gleichnißweise Vorposten für die sympathischen Nerven sind, deren Innervationsströme nicht zum Rückenmarke oder zum Gehirn kommen sollen.

191. Diese Verhältnisse in der Physik der Nerven sind so einfach und sich täglich bewahrheitend in allen Beobachtungen, daß man bedauern muß, noch so viele Verwirrung in der Innervationslehre zu finden. Vor allen Dingen muß ich mich mit allen mir zu Gebote stehenden Beweisen gegen die Ansichten und Lehren des Marshall Hall erklären, der uns in seinen Vorträgen über die Verrichtungen des Nervensystems (neulich verdeutscht von Dieffenbach) von spontan-motorischen und reflekto-motorischen, sensitiven und excitorischen Ner-

*) Das Wort „Erfühlung" hat Carus mit richtigem Begriffe in die Lehre von der Innervation eingeführt.

ven erzählt und auch dieselben abbildlich dargestellt hat. Diese ganze Lehre von den Reflexionsnerven hat nur das Gute gehabt, daß sie uns zu Versuchen und Beobachtungen anregte, aus denen wir manches Neue kennen lernen und der Wahrheit, außerhalb des Bereiches der Hall'schen Angaben, näher kommen konnten. Es giebt keine Reflexionskraft, die, wollte man sie als vis vitalis anerkennen, nur jene Reihe überflüssiger Kräfte vermehren würde, welche der physiologischen Lehre aufgepackt sind und die nichts erklären.

192. Unter Reflex verstehe ich, da der Ausdruck einmal gebraucht ist, nur das Modifiziren der Innervationsströme durch Bläschenmassen und das Erregen neuer Ströme durch die den Bläschen inwohnende Idiospontaneität. Auch im Gehirn sind solche Reflexe, man könnte sie willkürliche nennen, da hier ebenfalls ohne Bläschenmasse kein auslaufender Nerv erregt ist, wenn eine zugeleitete Innervation eine reaktionelle Folge hat. Niemals ist man aber zu der Behauptung berechtigt, daß dem Rückenmarke eine Reflexionskraft inwohne; was hier im Rückenmarke geschieht, findet auch in allen Ganglien und überhaupt da, wo sich Bläschen befinden, Statt. Man zerschneide einem enthaupteten Frosche, wie ich es mit Volkmann so oft versuchte, die drei hinteren, aus dem Plexus ischiadicus zum Rückenmarke laufenden Nerven, d. h. man zerschneide diejenigen Fasern, welche die percipirenden, rücklaufenden Innervationen aus dem Schenkel zum Rückenmarke leiten, dann mag man den Froschschenkel noch so heftig reizen und quälen, es wird nicht die geringste Reaktion vom Rückenmarke ausgehen

und der Schenkel wird nicht zucken. Dieses ist auch ganz in der Ordnung, denn es wurden die Leiter der centripetalen Innervation getrennt, durch welche die Rückenmarksbläschen influenzirt und zur Uebertragung ihrer Alteration an motorische Nervenfasern gereizt werden müssen. Da aber die auslaufenden Fasern, welche aus dem Rückenmarke zum Schenkel laufen, nicht bei dem oben angegebenen Frosche durchschnitten sind, so müssen sie auch noch centrifugale Strömungen erregen können und es bedarf dazu nur einer, die centripetale, unterbrochene Innervation ersetzenden Reizung dieser Nerven durch Aufregung des Rückenmarkes und seiner Bläschen oder durch Erregung einer centripetalen Strömung in noch unverletzten und ebenfalls zum Rückenmarke laufenden Empfindungsfasern. Wenn daher auf Reize des Schenkels keine Zuckungen in demselben entstehen, sobald die percipirenden Fasern durchschnitten sind, so entstehen augenblicklich Zuckungen, wenn man das Rückenmark reizt oder eine Pfote eines noch unverletzten Beins sticht. Alsdann entstehen nicht nur Zuckungen in dem primär gereizten Gliede, sondern auch in allen vier Extremitäten, als Beweis, wie die Reizung das Rückenmark so sehr aufregte, daß die Bläschen ihre Umstimmung an mehre motorische Fasergruppen mittheilten. Dieses allein ist s. g. Reflexionsbewegung, eine andere giebt es nicht. —

193. Aus der Bedeutung des Rückenmarkes erhellen nunmehr alle Akte, welche im Laufe dieses Inbegriffs millionenfacher Nerven und Bläschen Statt finden. Man begreift, wie Zustände des bildenden Lebens zur Hirnwahrnehmung kommen, die gemeinhin nur bis zu den

Ganglien oder dem Rückenmarke gelangen, wie die Aufmerksamkeit auf Vorgänge im bildenden Leben die Empfindung derselben steigern und willkürliche Reaktion erfolgen kann; wie ferner die größte Zahl der Innervationen auch ohne Gehirn d. i. unwillkürliche Wirkung haben könne. Es diene hier ein Vorgang zum Beispiele und zur Anwendung auf viele andere. Es ist z. B. die Harnblase oder das **Rectum** mit Urin oder Koth gefüllt; die Anhäufung bis zu einem gewissen Grade erregt die peripherisch an jenen Behältern sich umbiegenden Nervenfasern; diese erfühlen den Zustand, es entsteht Innervation gegen das Rückenmark und wenn hier schon von den idiospontanen Bläschen eine centrifugale Strömung gegen die Blasen-, Mittelfleisch- oder Darm-Muskeln entsteht, so gehen Urin und Koth unwillkürlich durch die Muskelwirkung ab. Wird dagegen die Aufmerksamkeit auf diesen Vorgang gerichtet, d. h. gehen vom Hirn Innervationsströmungen zu den Blasen- oder Darmwänden, was immer da willkürlich möglich ist, wo Fasern des centralen Systems sich befinden, dann wird auch die Erfühlung in jenen Gebilden verfeinert und erhöht, die von Urin- oder Kothanhäufung bewirkten Perceptionen gehen durch das Rückenmark zum Hirn und die Entleerung geschieht dann durch willkürliche Muskelaktion, also durch Ströme der Innervation, welche im Gehirn erzeugt wurden. —

194. Was man schließlich noch über die selbstständige Bedeutung des Rückenmarks, als Rumpfcentralorgan im Verhältnisse zum Gehirn vermuthet und besprochen hat,

läßt sich mit kurzen Worten durch folgende Sätze rektifiziren:

a. Ohne Gehirn würde auch das Rückenmark nicht lebensfähig sein, weil im letzteren keine centrale Faserumbiegung Statt findet und zur vollkommnen Lebensaktion die Fasercontinuität zwischen Centrum und Peripherie durchaus Bedingung ist.

b. Das Rückenmark ist nur fähig, gleich den Ganglien untergeordnete Innervationsströme zu erzeugen, indem seine Bläschen auf zugeleitete Perception reaktionelle Fasern alteriren können *).

c. Eine Verletzung des Rückenmarks wird immer um so tödtlicher, je höher oder je näher dem Gehirn sie geschieht; denn dadurch wird die Zahl der in ihrer Continuität getrennten Nervenfasern vermehrt, während bei tieferen Verletzungen nur die unteren Fasern aus ihrer Leitung gebracht werden.

d. Ein vom Gehirn ganz oder in Portionen getrenntes Rückenmark erregt durch die erlittene Reizung so lange Zuckungen und, auf erregte centripetale Strömungen, Reflexionsphänomene, als die Innervation der Bläschen hinreicht, um auslaufende Nerven zu influenziren. Daß eine solche Fähigkeit länger dauert, sobald durch die Trennung die Blutcirkulation nicht zu rasch

*) Bei ganz niedern Thieren, wo die Bläschen noch nicht zu Centralmassen höherer Form conzentrirt sind, sondern als zerstreuete, durch Commissuren verbundene Ganglien erscheinen, können auch bei Zerstücklung des Thiers die einzelnen Bläschenmassen für sich selbstständig werden und ein neues Thier darstellen.

sistirt wird, ist ganz natürlich, weil die Hämatose die Hauptquelle der Innervationserzeugung ist.

c. Das Zucken eines getrennten Kopfes ist nur Folge der heftigen Reizung centripetaler Fasern, der Alteration der Bläschen und der Entladung ihrer Innervation auf motorische Fasern.

195. Wie verhält sich die Innervation im Gehirn? Es leuchtet ein, daß diese Beantwortung um so leichter ist, als man einmal die Grundphänomene der Innervation erkannt hat. Im Gehirn treffen alle unzähligen Primitivfasern des gesammten Organismus zusammen und hier haben sie ihre einzige centrale Umbiegung, hier schlägt sich die eingetretene Perceptionsfaser unter verschiedenen Windungen, Verschlingungen und Ausweichungen und umgeben von großen Bläschenmassen in die auslaufende Faser um und es ist daher das Gehirn nichts anderes als eine Combination von Faserumbiegungen und Bläschenmassen.

196. Die Bedeutung des Gehirns ist schon in seinem Baue somatisch ausgedrückt. Wir finden im Gehirn die sämmtlichen Fasern des Leibes wieder, als Beweis, daß hier der höchste Centralpunkt ihrer Zu- und Fortleitung liege und also heller oder unklarer ein jeglicher Innervationsstrom hier einen Rapport mit den peripherischen Gebilden veranlassen solle. Außer sämmtlichen existirenden Fasern finden wir aber auch im Gehirn die bedeutendste Anhäufung der Bläschenmasse und da wir erkannt haben, daß die Idee des Lebens am Innigsten sich in diese Bläschen eingelebt und ihnen die feinste Alterirbarkeit und die entschiedenste Vermittlung

des auf Leibliches gerichteten seelischen Willens zugetheilt hat, so ist der Schluß nothwendig, daß hier im Hirn der eigentliche Heerd der Innervation sei, daß die centralen Nervenumbiegungen diese Bläschen und mit ihnen die Lebensidee influenziren und wieder von diesen Bläschen und ihrer Spontaneität bestimmt werden müssen.

197. Hiermit habe ich denn auch die ganze Bedeutung des Gehirns im Allgemeinen ausgesprochen. Hieraus folgt aber nun mit innerer Nothwendigkeit:

a. Je länger der centrale Lauf der Primitivfasern in den Bläschenmassen Statt hat und je stärker diese Bläschenmassen entwickelt sind im Gegensatze vollkommner, isolirter Fasercylinder — desto größer muß der Einfluß sein, den die Fasern auf den Zustand der Bläschen ausüben und um so größer müssen die bestimmenden Potenzen sein, welche die Bläschen, kraft der in ihnen hauchenden Lebensidee, auf die Strömungen in den Fasern geltend machen.

b. Eine bedeutende Anhäufung der Bläschen und ein langer Verlauf der Fasern zwischen denselben bedingen aber eine räumliche Ausdehnung des Gehirns selbst, weßhalb ein großes und in seinen Bläschen- und Faserverschlingungen sehr complizirtes Gehirn immer eine höhere, spontane Geschöpfentwicklung verräth.

c. Es folgt auch, daß alle diejenigen Fasern, welche einen weiten und verschlungenen Lauf in den Bläschenmassen des Hirns bei ihrer centralen Umbiegung machen, durch die zugeleiteten, aus den peripherischen Bö-

gen kommenden Innervationsströme die Lebensidee um so kräftiger umstimmen müssen, als sie zahlreichere, höchst impressionable Bläschen berühren und alteriren, daß sie aus gleichem Grunde auch durch die Lebensidee um so bestimmter zu reaktionellen Strömen erregt werden müssen, je größer die Zahl der darauf hinwirkenden Bläschen ist und es erhellt daraus, daß in solchen Fasern vorzüglich die Zuleitung peripherischer Perceptionen zur Empfindung und bewußten Vorstellung der Lebensidee kommen, die neue auslaufende Strömung gegen die Peripherie aber von der Willkür der Lebensidee abhängig werden muß.

d. Alle Geschöpfe, deren Primitivfasern bei ihrer centralen Umbiegung nur geringe Bläschenmassen (Hirnganglien) antreffen und nur kurze Strecken darin verlaufen, sind daher nur niederer Empfindung und Willkür fähig und ihre Perceptionen und Reaktionen sind nur Reflexphänomene (Instinktakte). Hier erklärt sich der Unterschied im Hirn des Fisches, Säugethiers und Menschen.

e. Nervenfasern, deren Verlauf wir so weit verfolgen und erkennen können, daß wir muthmaßen dürfen, sie legten nur einen sehr kurzen Weg bis zur Umbiegung in den Belegungsbläschen zurück, geben schon anatomisch zu verstehen, daß sie zu keiner höheren Empfindung und Willkür führen sollen. Bewiesen wird dies in vielen Fällen durch die physiologischen Beobachtungen. —

198. Diese Sätze müssen unsere empirischen Resultate erklären und sie thun es immer im Sinne einer wesenrichtigen Wissenschaft, der an Verstandesformeln nicht

genügen wird. Es ist freilich außerordentlich schwer, die einzelnen Primitivfasern in dem sehr komplizirten Faserbaue des Hirns nachzuweisen und vielleicht wird unsere Anatomie niemals darüber zur direkten sinnlichen Anschauung gelangen. Wie wichtig diese Erkenntniß wäre, bedarf keiner Erörterung, namentlich aber weise ich darauf hin, daß uns die bestimmte Kenntniß von dem räumlichen Verhältnisse der Fasern unter sich, von ihrer Lage neben andern, ganz entfernten peripherischen Punkten zugehörenden Fasern, von den Bläschen, ob sie mit dieser oder jener Faserumbiegung in gemeinsamer Berührung stehen 2c., uns erst recht in den Stand setzen würde, eine wahre Physik und Statik der Innervationsströmungen auszubilden. Es würde uns hieraus sinnlich wahrnehmbar und erklärt werden, warum auf eine zum Gehirn gelangte Perception sogleich Reaktionsphänomene in Gegenden entstehen, welche von dem Orte der ersten Reizung entfernt liegen, welches keinen andern Grund haben kann, als den, daß die centralen Bögen gewisser Fasern ganz in der Nähe percipirender Fasern liegen und vielleicht von einer und derselben Bläschenmasse belegt sind. Z. B. das Auge erblickt einen Gegenstand, welcher durch sein rasches Begegnen oder seine Feindseligkeit gegen das Subjekt Schreck erregt. Der Vorgang ist dabei folgender: Das in's Auge fallende Lichtphänomen erregt die halbflüssige, auf der inneren Wand der Retina ausgebreitete Masse; ihre Alteration von Heftigkeit theilt sich den peripherischen Umbiegungen der Sehnervenfasern mit; in ihnen entsteht eine energische, centripetale Innervationsströmung, welche gewaltig gegen die centralen

Bögen im Gehirn andringt, dem Grade seiner Energie nach eine große Menge Bläschen influenzirt, sie alterirt und die in ihnen befindliche Innervation plötzlich, ohne Willkür der Seele abzuwarten, auf die auslaufenden Fasern überträgt und in ihnen vielfache Strömungen erweckt, die nun als Reaktionen in allen Gegenden zur Erscheinung kommen, wo sich jene Fasern peripherisch enden. War die Alteration der Bläschen allgemeiner, so werden auch die erregten, auslaufenden Fasern zahlreicher sich in Reaktionen bethätigen; z. B. es wird auf die schreckhafte Perception eine Erschütterung sämmtlicher Gliedermuskeln und anderer Organe des Leibes folgen; oder bei geringerer Alteration werden nur einige, naheliegende Fasern reagirende Ströme empfangen. Hieraus erklären sich auch die meisten Sympathieen. Man denke sich z. B. die centralen Faserbildungen des Sehnerven da liegend, wo auch viele Nervenfasern des Ganglienſystems im Gehirn ihre centrale Umbiegung haben. Nun kann es nicht bezweifelt werden, daß fortwährend, trotz der Ganglien- und Rückenmarksbläschen, aus den Regionen des Bildungslebens schwache Innervationszuleitungen gegen die Bläschenmasse andrängen und diese in eine gewisse Umstimmung *) bringen, was um so bestimmter geschieht, wenn erregte oder krankhafte Zustände des Bildungslebens Statt finden. Kann es nun wol ausbleiben, daß diese Umstimmung der Bläschen ganz nahe den centralen Faserbögen des Sehnerven, auch auf

*) Diese Umstimmung, insofern sie dem Sensorium als dunkle Perception mitgetheilt wird, ist ja gerade die Ursache des sogenannten Gemeingefühls, Coenaesthesis.

diese eine Influenz ausüben und im Auge entsprechende Phänomene veranlassen? Spiegeln sich nicht so oft krankhafte Vorgänge des bildenden Lebens im Auge wieder? Es ist dieses Beispiel um so wichtiger, als es wirklich keinem Zweifel unterliegt, daß Sehnervenfasern und sympathische Fasern im Hirn nahe zusammentreffen und sich berühren. (Hiervon später noch besonders.)

199. Aus dieser Kenntniß leuchtet nun die Erklärung aller Akte im Nervenleben deutlich hervor. Hiermit ist das Geheimniß aller Nervensympathieen geöffnet. Ich sage ausdrücklich: Nervensympathieen, weil sie nicht die alleinigen des Organismus sind und es noch Sympathieen giebt, welche der direkten Nervenleitung nicht bedürfen und bei denen es ausreicht, daß zwei Gewebe, Organe, Sphären rc. unter sich in dem genauesten Verhältnisse der Sympathie stehen, wenn der Grundgedanken des Organismus in ihnen eine gemeinsame Lebensbedeutung, eine innere Einheit dachte, die sich denn auch in solchen Sphären durch ihre gemeinsame Entwicklung und gleichartige Thätigkeit somatisch offenbart.

200. Dieses Verhältniß ist allen Forschern nicht genug zu empfehlen und muß in seiner ganzen Bedeutung festgehalten werden. Systeme, welche durch ihre genetische Entwicklung offenbaren, daß sie aus einer und derselben Richtung des Keimes hervorgingen und sich nur im Fortgange der Bildung differenzirten, ohne ihre innere Gleichartigkeit zu verlieren, Systeme, welche, wenn auch räumlich getrennt, doch ein Ganzes darstellen, wie

Gefäßsystem, Schleimhäute, Absonderungsorgane rc. — alle diese, namentlich aus gleichen Faltungen und Regionen des Schleimblattes im Keime hervorgehende Systeme haben unter sich innige Sympathieen, weil die Lebensidee sich in den Bildungen nur wiederholt und doch eine ungetheilte zum gleichen Lebenszwecke ist.

201. Daß solche Sympathieen um so evidenter und präziser sich zeigen werden, wenn sie in den Gebilden des serösen Blattes, namentlich dem Nervensysteme und dessen Leitungsfasern Statt finden *), bedarf wol nicht einer nochmaligen erklärenden Hinweisung, wenn der Leser den Paragraphen dieses Buches mit Sachkenntniß gefolgt ist.

202. Es wurde im §. 198. gesagt, daß es der descriptiven Anatomie wol nicht so bald gelingen könne, die Verhältnisse der einzelnen Primitivfasern und ihrer centralen Bögen unter sich und in Bezug auf die Bläschenbelegung darzustellen. Dessen ungeachtet hat die physiologische Beobachtung doch solche Resultate festgestellt, daß man ohne wissenschaftliches Bedenken die allgemeinen Regionen angeben kann, wo die verschieden qualifizirten Fasergruppen ihr centrales Hirnganglion, also ihre centrale Umbiegung finden. — Ausführliche Anwendungen dieser Kenntniß auf Seelenleben wird mein künftiges größeres Werk, welches mich zwölf Jahre be-

*) Die organischen Fasern, welchen Remak und Müller sympathische Wirkung zuschreiben, sind wirklich ganz bedeutungslos bei sympathischen Phänomenen. Hätten sie Theil daran, dann müßten die Ganglienнerven am stärksten Sympathieen veranlassen, aber gerade sie zeigen die wenigsten und undeutlichsten. —

schäftigte und die Symbolik der Organe zum erstenmale wissenschaftlich begründen soll, mittheilen; hier habe ich daher nur folgende Angaben zur Vollständigkeit meines Systems der Innervationslehre anzureihen.

203 *). Das Gehirn zerfällt schon durch seinen Bau in drei Hauptgegenden: in das kleine Gehirn, in die **Corpora quadrigemina** und in das große Gehirn. Letzteres entwickelt sich immer räumlicher, je höher das Geschöpf in der Naturordnung steht, während die Vierhügel sich im gleichen Verhältnisse verkleinern. In Hinsicht des kleinen Gehirns haben die mannichfaltigen Experimente der Physiologen, namentlich Flourens und Magendie's bewiesen, daß gewisse Eingriffe in das Cerebellum immer Störungen derjenigen Bewegungen verursachen, welche die Rumpf- und Gliedermuskeln bewerkstelligen, und man konnte daraus schließen, daß ein großer Theil der Rumpfmuskelnerven hier seine Centralumbiegungen finden müsse.

204. Daß die Sinnesnerven für Schallbewegung zwischen Cerebellum und dessen Commissur ihre Centralbiegungen machen, wußte man schon früher; neuerdings entdeckte man auch im kleinen Gehirn sympathische Nerven, welche ohne Zweifel aus dem Geschlechtssysteme kommen müssen, denn ihr Connex mit den tieferen Regionen der Beckenhöhle kann nicht geleugnet werden. Ich habe pathologische Beobachtungen über diesen Gegenstand gesammelt, die hier zu viel Raum einnehmen,

---

*) Vergleiche in meiner „Symbolik der Organe" das Kapitel: „Die Psyche im Nerven- und Sinnenleben."

aber in meinen künftigen „Fragmenten meines praktischen Lebens" in ihrer ganzen Ausdehnung eine Stelle finden dürften. Verschiedene andere Experimente, welche zur Erlangung obiger Erfahrung veranstaltet wurden, findet der Leser in Magendie's Abhandlungen und auch mit andern Zusammenstellungen in Müllers Archiv und Physiologie ausführlich angegeben.

205. Nach allen Forschungen zeigt sich auch das kleine Gehirn mit Inbegriff des **Pons** und der **Sedunculi**, welche den Uebergang des Cerebellum in seine Brückencommissur bilden, als dasjenige Organ der Seele, wodurch sie sich zu Bewegungen, zur Muskelreaktion, alteriren läßt. Das Wollen, der Instinkt, findet hier die Belegungsmasse und die auslaufenden wie einlaufenden Fasern, um sich zu bethätigen; bei allen Thieren ist daher das hintere Gehirn der nächste Ausdruck der von der Außenwelt zum Wollen gereizten Seele. Wir werden aber später im Menschen eine höhere Potenz dieser Region erkennen.

206. Die anatomische Kenntniß hat uns gezeigt, daß das große Gehirn sich über die Vierhügelregion, wie über das kleine Gehirn legt; es erhält daher, was schon seine Größe verräth, die zahlreichste Menge aller Primitivnervenfasern und Bläschen und nicht ohne innere Verknüpfung stehen die großen Hemisphären zu dem kleinen Gehirn und den Vierhügeln.

207. Die Anatomie hat das große Gehirn in drei Lappen, symmetrisch auf jeder Seite, eingetheilt, wodurch freilich die Grundbedeutung der beiden Hemisphären gar nicht bezeichnet wurde. Nennen wir daher die

hinteren Lappen des großen Gehirns, aus Gründen (die uns sogleich einleuchtend werden): die **großen Hemisphären des kleinen Gehirns**, die mittleren Lappen: **die großen Hemisphären der Vierhügelmasse** und die vorderen Lappen: **das eigentliche große Gehirn oder die vorderen Hirnganglien.**

208. Die großen Hemisphären des kleinen Gehirns stehen in der unzertrennlichsten Verbindung mit der Lebensbedeutung des Cerebellum, des **Pons** und aller hierhergehörenden Commissuren und **Pedunculi.** In sie versenken sich unzählige Primitivfasern der Rumpfmuskeln und erhalten, da sie zwischen der idiospontanen Belegungsmasse einen größeren Weg durchlaufen, einen höheren seelischen Rapport. Ihre Aktionen gehören der Willensfreiheit an, der im kleinen Hirn vermittelte Instinkt ist hier bewußtes Begehren und willkürliches Reagiren, mit einem Worte: „die großen Hemisphären im Allgemeinen, mögen sie zum kleinen oder zum Vierhügelhirn gehören, repräsentiren stets die höhere, **bewußte** Potenz der unter ihnen liegenden Regionen."

209. Untersuchen wir nun das Vierhügelhirn, dann überzeugen uns viele Experimente und pathologische Erscheinungen, daß hier die Seele namentlich ihre organische Vermittlung für das Bildungs- und Erfühlungsleben gefunden hat. Es enden hier die meisten Primitivfasern des **Sympathicus**, der sämmtlichen, dem bewußtlosen Leben angehörenden Nerven, welche percipiren und durch Bildung, Wachsthum, unwillkürliche Muskelcontraktionen reagiren; hier enden auch die meisten Fäden des **Nervus opticus** und bedeutungsvoll wird das

her das Bildungsleben für das Auge, dessen sympathische Verhältnisse wir bereits aus Krankheitsbeobachtungen mehrfällig erkannten. Aber auch Muskelnerven müssen im Vierhügelhirn ihre Centralität finden; denn mancherlei Störungen der Bewegung, namentlich der sich auf bildendes Leben beziehenden, finden bei Verletzungen dieses Hirntheils Statt.

210. Die großen Hemisphären des Vierhügelhirns, in die bei Weitem (wie dies überall von den großen Hirnabtheilungen gilt) die größte Zahl der Primitivfasern dieser Region sich endet, werden nun auch in Bezug auf die, in dem Vierhügelhirn waltenden Perceptionen und Gegenwirkungen, zu einer höheren Potenz dieser Lebenssphären sich steigern; Bewußtsein wohnt in den Gebilden aller großen Hirnabtheilungen *), folglich auch in dem die Vierhügel deckenden Theile; hier ist die Region des zum Grade der Sensation gesteigerten dunklen Lebens der Erfühlung und Reaktionen, des bildenden Chemismus, des Gemüthlebens, welches aus dunklen Stimmungen des Daseins hervorgeht. Wie sehr das Vierhügelhirn das seelische Organ für Bildungsleben ist, erhellt aus der vergleichenden Physiologie, welche nachweist, daß in allen Thieren, wo das bildende Leben vorherrschend ist, z. B. in Fischen, das Vierhügelhirn den größten Raum einnimmt und auch in der menschlichen Bildung zeigen uns die mittleren Schädelwirbelbögen durch ihre

*) Es ist interessant, erst im dritten Hirnganglion, den großen Hemisphären, die höchste Vereinheit von Idee und Bläschensubstanz zu finden.

bleibende Größe, welche Urbedeutung die darin thätige Hirnmasse in frühester Entwicklungsperiode hatte.

211. In Betreff des großen Gehirns oder der s. g. vorderen großen Hemisphären, lehren Experimentalphysiologie und Wahrnehmung der Lebensäußerungen, daß alle diejenigen Nervenprimitivfasern, welche von der gesammten Hautfläche kommen, ferner äußerst zahlreiche Rumpfnerven, der Riechnerv, überhaupt alle diejenigen Fasern hier ihre Centralumbiegung finden, welche für klare Empfindung, für willkürliche Reaktion auf bewußte Sensationen, für bewußtes Wechselverhältniß mit der Außenwelt qualifizirt sind. (Man darf nicht unbeachtet lassen, daß die drei höheren Sinnesnerven aus drei besonderen Hirnblasen bestehen und ihre eigenen Regionen durch die Zwischen = Schädelwirbel hinreichend bekunden.)

212. Wir müssen uns mit dieser Angabe der allgemeinen Regionen begnügen und uns auf die künftige feinere Anatomie verlassen, daß sie uns das Detail der einzelnen Faserlagen und centralen Umbiegungen sinnlich wahrnehmbar mache. Die weitere Anwendung des Angedeuteten auf psychische Vorgänge und deren Erklärung habe ich in meiner bald im Druck erscheinenden Symbolik der Organe versucht, namentlich daran die wissenschaftlichen Grundzüge einer Schädellehre geknüpft *).

---

*) Die Medulla oblongata verhält sich ganz so, wie das Rückenmark, dessen oberster Theil sie ist. Da dieser eine große Menge Belegungsbläschen enthält, so sind Innervationsreflexe hier ganz in der Ordnung, und da hier die Respirationsnerven sich einsenken, so wird auch klar, daß hier besonders die Reaktion der Athembewegung vermittelt werden muß.

213. Schließlich muß hier noch einer falschen Vorstellung begegnet werden, die man über das Empfindungsvermögen des Gehirns nicht erklärend zu beseitigen wußte. Man stellte folgende Schlußfrage auf: Da die Perceptionen sämmtlicher Empfindungsnerven erst im Gehirn zur höchsten, bewußten Empfindung gesteigert werden, so muß das Gehirn, als der sensibelste Ort des Nervensystems, auch empfindend sein. Wie erklärt es sich aber, daß Zerrungen, Schnitte in das Gehirn gar keinen Schmerz verursachen? —

214. Die Aufklärung dieser Frage ist sehr einfach, wenn wir nur über die Innervationsakte keine falsche Vorstellungen hegen. Empfindung wird nur dadurch vermittelt, daß eine Nervenfaser an ihrem peripherischen Bogen irritirt wird und daß die daraus entstehende Innervationsströmung gegen das Hirn andrängt und die Bläschenmasse und die in derselben sich verkörperte Lebensidee umstimmt. Es gehört also zu jeder Empfindung peripherische Erregung, centripetale Innervationsströmung und Alteration der, den centralen Bogen umlagernden Bläschensubstanz. Irritiren wir eine Faser in der Mitte ihres Laufes, dann wird die klare Empfindung schon verhindert und nur Schmerz erzeugt werden, der aber immer als peripherischer wahrgenommen wird. Ohne centripetale Innervation giebt es also keine Perception und keine Empfindung. Verletzen wir nun das Gehirn selbst, dann wird wol eine reaktionelle Wirkung erfolgen, aber keine Empfindung, weil Reizung der centralen Bläschen und der centralen Faserbögen nur fähig ist, auslaufende Innervationsströme, also Reaktionen zu

bewirken, und weil keine Empfindung ohne centripetale Strömung und diese nicht ohne peripherische Reizung jemals möglich ist. Das Gehirn kann also nicht Empfindung haben und es kommt in ihm nur Dasjenige zur höheren Lebenswahrnehmung, was schon als Empfindungsstrom in den peripherischen Faserbögen existirt und hier veranlaßt wurde. In der Faserperipherie entsteht der Zustand des Empfindens; wir nennen diesen Zustand aber nicht eher Empfindung, bis durch den Akt der centripetalen Strömung in der Faser jener peripherisch Zustand den Hirnbläschen rapportirt wird. Wo abe solche peripherische Erregung fehlt und keine Innervatio diese Alteration zum Hirn führt, da giebt es auch kein Empfindung und alle Reizungen des Hirns selbst müsse daher schmerzlos sein. Sie können nur das Leben de Systems unterdrücken oder heftige Reaktionen bewirken weil die centrifugale Innervation nur central erreg wird.

215. Nun könnte man gegen diese Erklärung einwerden, daß doch in den drei großen Sinnesnerven periphrische Reizungen und also centripetale Innervationsströmungen Statt hätten und bei Zerscheidung dieser Nerven doch kein Schmerz entstehe. — Dieser Einwand i aber bedeutungslos. — Gerade dadurch, daß die höh ren Sinnesnerven schmerzlos sind, ist ein Beweis ihr hohen Bedeutung als dem Gehirn zugehörender Gebil gegeben. Wir wissen, daß beim ersten Entstehen d Nervensystems alle Fasern an derselben Stelle entstand sind, wo sie sich befinden, daß also die peripherisch Faserregionen diese ihre Bedeutung urbildlich gehabt h

ben und nicht, wie man wol in früherer Zeit behaupten wollte, vom Gehirn und Rückenmarke hinausgeschoben sind.

Ganz anders verhält es sich mit den drei höheren Sinnesnerven. Sie sind wirkliche Theile des Gehirns, sie entstanden dadurch, daß sich zwischen den drei Hirnganglien wirkliche Hirnblasen erhoben und endlich an ihrer äußeren, der Außenwelt zugekehrten Peripherie dehiscirten. Sie sind nichts anderes, als aufgesprungene, modifizirte Hirnblasen, Hirnaussackungen. Solche Gebilde müssen auch trotz ihrer ferneren Metamorphosen immer die Eigenschaften des Gehirns behaupten; da sie einmal peripherisch geworden sind, so haben sie auch peripherische Reizfähigkeit und centripetale Innervationsströmung; aber diese beschränkt sich nur auf die sublimsten, ich möchte sagen, ideellen Rapporte mit der Außenwelt und ihre percipirenden Zuleitungen werden der Seele nur als Geruch, Licht und Schall bewußt. Diese Perceptionen gehen von dem innersten Wesen der Körperwelt, den Uratomen der Körperformen, aus und für materiellere Eindrücke sind die Sinnesnerven der drei Hirnaussackungen nicht fähig. In ihnen herrscht die Idee des Centrums vor, während die Empfindungsnerven die Idee der Peripherie repräsentiren. Ebenso wenig, wie aber die Peripherie zugleich Centrum sein kann, vermag auch das Phänomen des peripherischen Nervenlebens, die Empfindung, zugleich Phänomen centralen Lebens zu sein.

216. Wie sind die Muskelkontraktionen durch Innervation zu erklären?

Die am offenbarsten vor Augen liegende Reaktion des Nervensystems geschieht durch die Muskelbewegung und eben weil sie so evident ist, hielt man sie für das einzige Phänomen der centrifugalen Innervation. Ich habe schon an mehren Orten dieser Schrift erwähnt, wie unwahr und lebenswidrig solche Ansicht ist und wie unzählig viele Akte des organischen Daseins diese beschränkte Auffassung unerklärt läßt. Ich glaube die Beweise aus dem Beobachtungskreise aller jüngern, für höhere Lebensanschauung empfänglichen Physiologen einfordern zu können und sie werden gewiß meine Eintheilung der vier Arten von Reaktionen, wie sie im §. 17. dargestellt wurde, aus Ueberzeugung gelten lassen.

217. Die motorische Reaktion, welche sich in der Muskelfaser erfüllt, hat frühere Forscher, denen die Lehre von der Innervation eine vollkommene **terra incognita** war, wie sie es leider noch allen heutigen, der Physiologie abgewendeten, praktischen Aerzten geblieben ist, auf die Ansicht von einer hypothetischen Kraft geleitet, welche sie der Muskelfaser zumutheten, um für das Unerklärte nunmehr einen künstlichen, scholastischen Schlüssel zu haben. Dieser Schlüssel heißt Irritabilität, ein Wort, gegen das ich eine so große Abneigung und wegen der damit gemachten Mißbräuche einen solchen Widerwillen habe, daß ich es wol selten in allen meinen Werken niederschrieb, obgleich ich damit recht passend einen anderen Begriff hätte ausdrücken können.

218. Haller sagt von der Irritabilität (von welcher übrigens Franz Glisson vor zwei Jahrhunderten schon weit wesenrichtiger sprach), daß sie nur der Muskelfaser

zukomme, als eine propria vis, ab omni alia potestate distincta, et referenda inter fontes generandi motus, quorum ulterior causa ignoratur; eademque in ipsa fibra insita, non aliunde advenit. Es sind in dieser Definition zwei ganz verschiedene Akte mit einander verwechselt, einmal die allen lebenden Substanzen zukommende Fähigkeit alterirt zu werden, die Haller namentlich nur an der Muskelfaser zu kennen schien; zweitens aber die von einem reagirenden Innervationsstrome bedingte Zusammenziehung der Muskelfaser. Haller wußte nichts von den Innervationen, von deren Modifikation in Ganglien- und Rückenmarksbläschen und konnte sich daher viele unwillkürliche Bewegungsakte nicht anders als durch die besondere Kraft der Muskelirritabilität erklären; eine Tradition, die ich noch kürzlich von einigen akademischen Lehrstühlen herab nicht nur vertreten, sondern auch auf Krankheitslehre systematisch übertragen hörte.

219. Worin besteht denn nun das Wesen der Muskelzusammenziehung? Die Muskelfaser besitzt in einem hohen Grade die Fähigkeit alterirt zu werden. Diese Alteration geschieht nun, wie in allen peripherischen Gebilden, in zweifacher Art. Einmal wirken die Potenzen der Außenwelt auf sie ein und stimmen den Lebenszustand in ihnen mehr oder weniger um, worauf dann der Muskel entweder selbstständig sich zu behaupten strebt, d. i. durch seine Fortbildung reagirt, oder seine anfängliche Umstimmung nahen peripherischen Nervenfaserbögen mittheilt, worauf dann centripetale Strömung und entweder Reflexaktion in Ganglien- oder Rückenmarks-

bläschen entsteht oder, wenn der Strom das Gehirn trifft, willkürliche Reaktion. Hiermit habe ich zugleich die zweite Art der Muskelalteration angedeutet, nämlich durch einen über die Muskelfasern laufenden centrifugalen Innervationsstrom.

220. Der letzte Akt, nämlich ein von den centralen Bläschen (mögen sie Hirn-, Spinal- oder Ganglien-Bläschen sein) ausgehender centrifugaler Innervationsstrom ist die Ursache der Contraktion der Muskelfaser. Es erklärt sich hier von selbst, daß es von den centralen Stellen, wo die Strömung ausgeht, auch abhängt, ob die Bewegung eine willkürliche oder unwillkürliche ist. Der Innervationsstrom hat also auf die Muskelfaser die Wirkung der Zusammenziehung; ersterer ist ein, dem galvanischen Strome verwandter Ausfluß der Lebensidee, letztere ein lebendes, impressionables Gebilde, welches zu der Innervation in einem polaren, oder doch eigenthümlichen Verhältnisse stehen muß. Es fragt sich nun, wie ist dieses Verhältniß aufzufassen und warum zieht sich die Muskelfaser zusammen? —

221. In allen solchen, tief in das Warum eines halbverhüllten Lebensprozesses eingreifenden, Forschungen ist es von der höchsten Wichtigkeit, daß man sich in der Natur umsieht, ob sich uns nicht eine Analogie darbietet, welche unsere Erkenntniß zurechtweist. — Ich bemerkte schon ausführlich in diesem Buche, daß der Galvanismus dasjenige Naturagens sei, welches der Innervation am nächsten stehe und trotz mancher Differenzen doch zahlreiche, analoge Verhältnisse darbiete. Erkundigen wir uns daher mit Recht, ob der galvanische Strom

in der Natur keine Substanz treffen könne, in welcher er das Streben nach Verkürzung der Enden, mit einem Worte nach Zusammenziehung hervorrufe? —

222. Die Analogie ist schon gefunden und zwar geben uns die magnetischen Erscheinungen, welche der galvanische Strom im Eisen erweckt, die interessantesten Vergleichungen. Wenn man einen galvanischen Schließungsdraht zu einem hohlen Cylinder spiralförmig dreht und in diesen eine Eisenstange bringt, so wird dieser Eisenstab, namentlich, wenn er selbst cylindrisch ist, so lange magnetisch, als ein hinreichend kräftiger galvanischer Strom durch den Spiraldraht geht.

223. Dieses Phänomen ist von der größten Wichtigkeit; denn wir erkennen daraus, daß sich die Muskelfaser zum Innervationsstrome ebenso verhält, wie der Eisencylinder zum galvanischen Leitungsdrahte.

224. Das Eisen wurde durch den galvanischen Strom zum Magnete, d. h. es erwacht in dem Eisen das polare Streben der Anziehung und Abstoßung, also desjenigen Aktes, welcher Contraktion und Expansion bewirkt. Der Pol des einen Endes zieht den Pol des andern Endes an; wäre das Eisen ein weicher Körper, so müßte nothwendig eine sichtbare Verkürzung der Stange eintreten, was aber die Dichtigkeit der Masse verhindert, die den magnetischen Polen Widerstand leistet.

225. Anders zeigt sich das analoge Phänomen in der Muskelfaser, welche, ihrer Elastizität wegen, der entstandenen Polarität geringen Widerstand entgegensetzt und die polare Anziehung walten läßt. Wir können sogar durch einen wirklichen galvanischen Strom, den wir

durch einen auslaufenden Nerven gehen lassen, die Polarität der Muskelfaser erwecken und es verhält sich dieselbe wirklich ebenso wie Eisen. Trifft ein Innervationsstrom auf die Muskelfaser, dann entstehen in dieser zwei, dem Magnetismus durchaus analoge Pole, die als gegensätzlich sich anziehen und die Faser wird, weil ihre Substanz elastisch ist, so lange verkürzt, als sie polarisirt bleibt, d. h. so lange der Innervationsstrom in seiner hinreichenden Energie dauert. Hört die Strömung auf, dann hört auch die Polarität, sowol im galvanisirten Eisen, wie in der innervirten Muskelfaser auf und letztere geht wieder in ihr voriges Raumverhältniß zurück.

226. Würden wir den galvanischen, spiralisch gewundenen Leitungsdraht nicht nur die Eisenstange berühren, sondern den Strom direkt durch die Stange gehen lassen, dann würde diese keine magnetische Polarität zeigen. Es ist also Gesetz, daß der elektromagnetische Strom nur an dem Eisen vorübergehen darf, um jene magnetische Wirkung zu erzeugen. Ganz dasselbe ist auch von der Natur in dem Verhalten peripherischer Nervenbögen zu den Muskelfasern erreicht. Die Nervenfaser geht im Muskel niemals in die contraktile Fiber, sondern liegt nur auf derselben und berührt sie nur im Vorbeigehen ebenso, wie der Leitungsdraht gelegt werden muß, wenn im Eisen das magnetische Agens erwachen soll.

227. Ebenso wenig, wie ich sage: die Innervation sei identisch mit Galvanismus, darf ich glauben, die Contraktion der Muskelfaser sei identisch mit dem Magnetismus im Eisen, das der galvanische Draht berührt; dagegen muß ich behaupten: daß ebenso, wie der

Magnetismus in obigem Falle zum galvanischen Strome, auch die Erscheinung der Muskelfaser-Contraktion zur Innervation sich verhält. So wie der Innervationsstrom über die Muskelfaser läuft, erwacht in dieser ein polarer Gegensatz ihrer Substanz und gleichsam ein Nord- und Südpol. Beide ziehen sich an und indem die Faser keinen absoluten Widerstand durch ihre Substanz entgegensetzen kann, näheren sich die Enden und verkürzen dadurch die Faser.

Dieses Phänomen ist so klar und das Warum? so wenig Gegenstand der Wissenschaft wie die Frage: warum unser Planetensystem nur eine Sonne und nicht zwei habe — weßhalb ich hier nichts weiter dem Urphänomene hinzusetzen mag und dieses selbst dem Nachdenken der Forscher überlassen muß.

228. Was hat man von Innervationsumkehrungen zu halten und können durchschnittene Nervenfasern noch leiten?

Die vorzüglichsten Innervationsumkehrungen haben wir schon unter dem Namen „Reflexe" bezeichnet und sie sind bedingt durch Anlegung von Bläschenmassen an die zusammengebündelten, auslaufenden und rückkehrenden Fasern. (§. 191.) Die Reflexreaktion folgt einer Perception auf die Weise, daß der percipirende Strom einer rücklaufenden Faser auf Bläschensubstanz trifft, die in derselben befindliche eigenthümliche Innervationsspannung umstimmt und von dieser wieder eine damit in Berührung liegende auslaufende Faser zur Innervation

gereizt wird. Es erfolgt also die Reaktion immer in der centrifugalen Faser.

229. Es giebt aber noch andere Innervationsumkehrungen und zwar wirkliche Reaktionen durch Empfindungsfasern. Wir wissen aus den Experimenten von J. Müller, daß wenn man die sensibele Rückenmarkswurzel nebst den Muskeln, aus welchen sie gewöhnlich Perceptionen zum Rückenmarke leiten, galvanisch armirt, bei Schließung der Pole in den Muskeln Zuckungen entstehen, welche nur durch die sensible Faser erregt sein können, da an eine vermehrte rücklaufende Strömung und eine durch Rückenmarksbläschen bedingte Reaktion durch motorische Fasern hierbei nicht gedacht werden kann, da einmal nur der Muskel zuckt, aus dem die armirte Faser heraufsteigt und auch dasselbe Phänomen Statt findet, wenn die Faser vom Rückenmark eben getrennt wurde.

230. Diese Erscheinung ist indessen, wenn uns einmal die geschlossene Faserkette und die darin aus- und rückströmende Innervation klar wurde, nicht schwer zu begreifen. Ebenso wie durch Zustandsveränderungen der Pole eines galvanischen Apparates plötzlich die Richtung des laufenden Stroms in dem Leitungsdrahte umgekehrt wird und in der auslaufenden Seite jetzt eine einlaufende Strömung erscheint, so wird auch in der analog geformten Nervenfaserkette durch plötzliche Unterbrechung ihrer Continuität und eine Armirung, deren Phänomen ja der Innervation in so vielen Punkten analog und verwandt ist, eine Umkehrung des Stromes hervorgebracht und die rücklaufende Strömung, welche als solche Em-

pfindung leitete, wird nun eine auslaufende und als solche eine reagirende, die den Muskel treffend, dessen Contraktion erregen muß. Die galvanische Wirkung der Platten auf Nerv und Muskel kehrt gewaltsam die rück- laufende Strömung um, wenn die Kette geschlossen wird und der Empfindungsnerv wird nun reagirend. Etwas Analoges zeigt sich schon in dem Kreislaufe, den eben- falls ein elektromagnetischer Strom durchdringt, was schon aus dem inneren Chemismus des Blutes nothwen- dig folgt. Hemmt man in den feinen parenchymatösen Gefäßen durch Druck oder reizendes Agens den Durch- gang des Blutes, dann sieht man unter dem Mikro- skope, wie der Strom sich umkehrt und aus den venösen Stämmchen in die arteriellen überfließt. (Carus ist hier- in ganz meiner Ansicht.)

231. Es fragt sich aber, ob solche Innervationsum- kehrungen nur durch äußere galvanische Gewalt, wie bei den Experimenten, entstehen können, oder ob auch im normalen Organismus ähnliche Umkehrungen vorkommen. — Obgleich keine bestimmte Beweise bekannt geworden sind, so glaube ich doch, daß sie zuweilen Statt finden. Es gehören allerdings dazu Zustandsveränderungen der centralen Belegungsbläschen oder doch heftige Reize auf die Faser mitten in ihrem Laufe. Mir schwebt hier ein Fall vor, wo ein Mensch nach einer Schußwunde und der dadurch nöthig gewordenen Trepanation des elften Brustwirbels einen heftigen Anfall von **Delirium tre- mens** bekam und höchst eigenthümliche Zuckungen zeigte, welche sich vermehrten, sobald die Wunde untersucht und die hinteren Rückenmarkswurzeln berührt wurden. Diese

Zuckungen traten ein, als ein Knochensplitter ausgezogen und die Wirkung der ersten Erschütterung vorüber war und dauerten bis zum Eintritte einer tödtlich verlaufenden Paralyse. Ich unterlasse es hier, spekulative Reflexionen an die Thatsache zu knüpfen, doch scheint mir eine Innervationsumkehrung hier wirklich Statt gefunden zu haben. —

232. Eine andere Untersuchung muß aber hier noch Platz finden, obgleich wir sie mit kurzen Worten abfertigen können, nämlich: ob ein durchschnittener Nervenleiter noch fähig bleibe, Innervation durchgehen zu lassen. Früher schon wurde es als eine erste Bedingung der Innervationsakte hingestellt, daß die leitende Faser ihre vollkommene Continuität haben müsse, um ihre Lebensfunktion zu erfüllen.

Wenn wir einen galvanischen Leitungsdraht durchschneiden und beide Enden genau wieder in Berührung bringen, dann hat dieser Umstand auf die durchgehende, galvanische Strömung gar keinen Einfluß. Eine einzelne Primitivfaser können wir nicht zerschneiden und wieder aneinander bringen, weil uns dieses die Zartheit ihrer Natur unmöglich macht. Wir müssen daher die Experimente an einem ganzen Nerven machen; aber wie wären wir im Stande, die einzelnen Durchschnittspunkte der Primitivfasern wieder zu vereinigen, wenn wir nur einen mikroskopischen Blick auf ein solches abgeschnittenes Ende werfen. Man sehe nur einmal Taf. **II.** Fig. 8. der Hildebrandt-Weberschen Anatomie, wo der durchschnittene Nerv sich büschelförmig ausbreitet, wie die Scheide jenen Büschel abschnürt und alle Primitivfaserpunkte aus-

einander gerückt sind. Eine solche Stelle kann aber platterdings keine isolirte Innervation leiten, da hier, und wäre die Trennung noch so zart unternommen, doch jede Continuität aufgehört hat. Wäre es möglich, die einzelnen Fasern wieder zu vereinigen, dann zweifle ich nicht, daß eine Leitung, gleich wie in einem durchschnittenen und sich genau berührenden galvanischen Drahte, Statt haben könnte. Uebrigens hebt ja schon Druck und Ligatur jede Strömung in der Faser auf. —

233. Man hat viel von einer Nervenatmosphäre geredet und namentlich glaubte Humboldt durch seine sinnreichen Versuche berechtigt zu sein, einen sensiblen Dunstkreis der Nerven anzunehmen. — Die von ihm gemachten Erfahrungen beruhen aber auf einer Verwechselung der Innervation mit den Phänomenen des bei seinen Experimenten in Anwendung gebrachten Galvanismus. Das, über die Nervenfaser, also über das peripherische Ende und eine etwaige Schnittfläche hinausströmende Wesen, welches er beobachtete, war nicht Innervation, sondern der, dem Laufe der Faser folgende galvanische Strom, der nun wegen fehlender Isolirung am peripherischen Nervenbogen sich vertheilte. Es ist aber gar nicht zu leugnen, daß der Innervationsstrom an seinem centralen und peripherischen Faserende über diese Faser hinausgehe; er theilt sich ja den Belegungsbläschen und auch den nichtnervosen, peripherischen Gebilden mit, in letzteren aber doch namentlich den erst neuerlich gehörig erkannten Kapillarnervennetzen. Eine Nervenatmosphäre aber im Sinne Humboldts findet schon aus dem Grunde nicht Statt, weil dadurch die genaue Isolation der

Leitungen und die davon abhängende Präzision der Empfindungen und Reaktionen nothwendig beeinträchtigt werden müßte.

234. Die Natur vermag schließlich die getrennte Nervenfaser auf das Genaueste zu regeneriren, selbst wenn ganze Zwischenstücke verloren gegangen waren, wie die bekannten Versuche von Tiedemann, Steinrück u. A. beweisen. Die parenchymatöse Bildungsflüssigkeit gerinnt an den Durchschnittsstellen und alle getrennten Primitivfasern vereinigen sich durch sie wieder, indem sie den ganzen Verlauf der Nervenentstehung, nämlich Bläschenbildung, bläschengefüllte Kanäle und Umwandlung in gefüllte Cylinder durchmachen. Erst nachdem die cylindrische Faserform wieder hergestellt ist, treten die genauen Empfindungs- und Bewegungsströme wieder ein. —

---

235. Ich habe in den vorstehenden Paragraphen die Lehre von der Innervation in allen ihren Grundzügen dargestellt und glaube darin eine, den neuesten Stand dieses Wissens ausdrückende, systematische Lehre gegeben zu haben. Es ist heute keine Tradition mehr thunlich, keine scholastische Geheimnißlehre mehr erlaubt; deßhalb verschmähte ich es nicht, das Irrige entweder stillschweigend übergehend oder mit empirischen Thatsachen, intellektuellen Schlüssen und Naturanalogieen begegnend, zur Seite zu schieben, um in der neuern Wissenschaft, ohne die alten Nothanker der Auctoritätsgläubigkeit, frei zu beobachten und frei zu denken.

Mit den, in den bisherigen zweihundert fünf und dreißig Paragraphen dargestellten Grundsätzen mag ich

es mir jetzt nicht versagen, noch einiger bekannten Thatsachen zu erwähnen, deren Resultate oft verschiedenartig interpretirt wurden und die ich wünsche hier im Sinne meiner Anschauung zu erklären, zumal, da ich versichern kann, daß ich den größten Theil aller in Handbüchern und Monographieen der Physiologie mitgetheilten Versuche, namentlich die mir wichtig erschienenen, selbst wiederholt und geprüft habe.

Wie ich deßhalb am Schlusse des §. 161. andeutete, will ich es in folgenden Zeilen versuchen, einige Angaben in den experimentalen Resultaten mit kurzen Worten zu erklären. —

236. Was zuvörderst über die Erscheinungen auf mechanische, chemische und elektrische Reize der Nerven gesagt werden und zur Berichtigung mancher Humboldtscher Versuche zusammengestellt werden mußte, hat J. Müller mit sinnreicher Methode bereits geleistet und ich glaube, daß die in diesem Buche vertretene Ansicht auch in Müllers Ausdrucksweise und seinen Resultaten Bestätigung gefunden hat. Nicht minder sind die daselbst gemachten Versuche über die Wirkung der Gifte auf Nerven vollkommen belehrend und ich füge nur hinzu, daß die örtliche Wirkung der Gifte auf Innervation zunächst die nichtnervose Substanz angeht und deren Umstimmung erst an die Nervenfaser mitgetheilt wird. Wo diese peripherische, nichtnervose, aber höchst impressionable Substanz fehlt, wie an dem mittlern Laufe der Nerven, da wird auch die Wirkung keine allgemeinere sein und narkotische Gifte, auf die Mitte eines Nerven applizirt, vermögen wol den Nerven örtlich in seiner Leitungsfä-

higkeit zu schwächen, aber es wird keine centrifugale und keine centripetale Leitung des Eindrucks zum peripherischen Gebilde oder zum Gehirn eintreten. Die Fasern sollen nur an ihrer peripherischen Umbiegungsstelle alterirt werden; hier findet sich auch die impressionable Zwischenmaterie, welche zunächst von der narkotischen Applikation umgestimmt wird. Diese Umstimmung kann verschieden sein; entweder wird die nichtnervose Materie in ihrer Impressibilität unterdrückt und die centripetalen Nerven erhalten von ihr keine Erfühlungen und die centrifugale Nervenströmung regt sie nicht mehr reaktionell an. In diesem Falle ist die narkotisirte, örtliche Stelle der Empfindung und Reaktion beraubt. — Hierher gehören die Fälle, wo partielle Theile, mit Opium oder mit Blei vergiftet, die Irritationsfähigkeit verloren und gelähmt wurden. Die örtliche Giftapplikation kann aber auch nur die alterirbare, nichtnervose Substanz in einen Zustand versetzen, welcher, der großen Empfindlichkeit ihres Wesens und ihrer Nerven wegen, auch den peripherischen Bögen mitgetheilt wird und darauf in den Faserketten eine Zeit lang die Innervationsströmung suspendirt. Hierher rechne ich die Erscheinung der Pupillenerweiterung nach Eintröpfeln von Belladonna. Dieses Gift verändert den normalen Zustand der nichtnervosen Gebilde, die peripherischen Faserbögen der Iris (denn auch diese Nerven bilden eine geschlossene Kette) percipiren den Zustand jener Materie und verlieren die Fähigkeit centripetaler Strömung, worauf dann nothwendig auch ein Ausbleiben der centrifugalen Stromrichtung und somit Erschlaffung der **Iris** erfolgt. Die Pupille des andern

Auges muß natürlich dabei unverändert bleiben, weil andere Nervenfasern deren Leben vermitteln.

237. Man hat noch von einer Mechanik des Nervenprinzips geredet und unter diesem Kapitel zunächst die Frage aufgestellt, ob der Innervationsstrom ein in Zeitmaßen Strömendes sei, so wie man ungefähr von der Geschwindigkeit des Lichtes, Schalles 2c. redet. Man hat darüber verschiedene Meinungen gehabt und sogar die Anzahl der Fußlängen bestimmt, die der Nervenstrom in Minuten und Sekunden zurücklegen solle. — Daß eine Differenz zwischen Einwirken des Objektes und dem Momente der bewußten Perception Statt finde, hat man namentlich in dem bekannten, S. 678 der Isis 1830 mitgetheilten Falle beobachtet, daß die Perception und das Gewahrwerden eines durch das Auge zu erforschenden Grades und eines durch das Ohr wahrgenommenen Pendelschlages theils untereinander differirte, theils bei verschiedenen Menschen schneller oder langsamer erfolgte. Man war deßhalb geneigt, einen Zeitunterschied zwischen Sinneseindruck und Bewußtsein anzunehmen und deutete dieses dahin, daß die Innervationsströmung eine gewisse Zeit gebrauche oder doch der percipirende Nerv eines Sinnes, bei getheilter Aufmerksamkeit auf verschiedene Objekte, durch geringere Spannung seiner Energie zu einem langsameren Leiter werde.

Diese Erklärung bedarf einer strengeren Unterscheidung der gemeinschaftlich zu einer Perception wirkenden Akte. Daß der Innervationsstrom vom peripherischen bis zum centralen Bogen eine Zeit gebrauche, kann gar nicht gedacht werden, da die beiden Pole einer Nerven-

faser durchaus ein Ganzes bilden und da sich dieselben ebenso verhalten, wie die langen, meilenweiten Leitungsdrähte eines galvanischen Telegraphen, dessen peripherische Magnetnadel in demselben Momente zuckt, in welchem die Kette an der Batterie geschlossen wird.

Die Differenz zwischen Objekteindruck und Bewußtsein ist deßhalb nicht in der Nervenfaser zu suchen, sondern allein in der zwischen peripherischem Nervenbogen und Außenwelt liegenden impressionablen Substanz. Wir wissen, daß keine Nervenfaser in direkten Rapport mit einem außenweltlichen Objekte treten darf, wenn ihre Empfindung nicht schmerzhaft oder ganz betäubt werden soll. Die Nervenfaser percipirt nur den alterirten Zustand der nichtnervosen impressionablen Substanz und in der Alterirbarkeit derselben ist es allein zu suchen, wenn Zeitabstände zwischen Sinnesobjekt und Bewußtsein Statt haben. Bei einigen Menschen ist die Alteration dieser nichtnervosen Materie rascher, bei andern langsamer; ist aber einmal die Alteration geschehen und den peripherischen Nervenbögen mitgetheilt, dann ist auch die bewußte Empfindung derselben momentan, gleichzeitig.

Hierbei sind aber noch einige Rücksichten zu nehmen. Wenn wir unsere Aufmerksamkeit auf eine Sinnesrichtung wenden, dann ist unsere Wahrnehmung schärfer. Unsere Aufmerksamkeit ist aber nichts anders, als Erregen eines centrifugalen Innervationsstromes gegen das Sinnesorgan und dadurch erregte Spannung und erhöhte Alterirbarkeit der nichtnervosen Zwischengebilde. Es kann also eine verminderte und vertheilte Aufmerksamkeit eine langsamere Perception bewirken. Ferner müssen wir

aber bedenken, daß ein lange währender Eindruck und also eine dauernde, gleiche Alteration der nichtnervosen Substanz vor den peripherischen Faserbögen, allmälig die Alterirbarkeit für diesen Eindruck abstumpft und darin mag auch wol in dem, durch die Isis mitgetheilten Falle beobachtender Astronomen der Grund liegen, daß ihre Perceptionen in der Zeit so auffallend differirten. Wenn das Auge lange einen Stern sieht und ihn beim Durchgange eines Visirfadens verfolgt; wenn das Ohr die Pendelschläge zählt, so muß nothwendig für diese Reize allmälig die Alterationsfähigkeit der impressionablen Zwischenmasse abgestumpft und die Perception geschwächt und verlangsamt werden. —

238. Die sogenannten associirten oder Mitbewegungen haben erklärende Theorieen hervorgerufen, von denen die Müllersche am wissenschaftlichsten zutrifft. Es ist bekannt, daß, wenn wir irgend eine Bewegung intendiren, auch gewisse andere Muskeln gleichzeitig und ohne unsern Willen motorisch erregt werden. Es müssen also, wenn wir einen auslaufenden Innervationsstrom durch die Faser **A.** zum Muskel **a.** veranlassen, auch andere centrifugale Strömungen durch die Fasern **B. C.** zu den Muskeln **b. c.** rc. erfolgen. Eine längere Uebung vermag diese Mitbewegungen zu unterdrücken und jede willkürliche Strömung zu isoliren. Müller sagt: „Da die Primitivfasern aller willkürlichen Nerven sammt und sonders im Gehirn explizirt werden, so kann man sich die hier nebeneinander vorkommenden Anfänge aller Nervenfasern als Tasten eines Klaviers vorstellen, welche der Gedanke

spielt oder anschlägt, und wobei nahe liegende Fasern mit in Strömung gesetzt werden."

Ich erkenne im Gehirn keine freie Anfänge, sondern nur centrale Umbiegungen der Fasern an. Ihre Erregung geschieht nicht unmittelbar durch die bewußte Lebensidee, sondern kann nur vermittelst der idiospontanen Bläschen geschehen. Es kann dabei nicht ausbleiben, daß eine von der Idee ausgehende Alteration dieser Bläschen, da sie sich an den zusammengedrängten Faserbögen lagern, auch in mehren derselben reagirende Strömungen verursachen und Mitbewegungen erzeugen. Diese Mitbewegungen finden sich sehr häufig in der Periode des Nervensystems, in welcher die Fasern noch nicht vollkommen isolirte Cylinder sind, sondern noch mehr im Typus bläschengefüllter Kanäle beharren. Hier kann unmöglich eine isolirte Bewegung erreicht werden, denn die Bläschenmasse wirkt noch vertheilt auf mehre Faseranfänge und deßhalb beobachten wir an neugeborenen Kindern immer Gruppenbewegung. Je ausgebildeter der Gegensatz von Bläschen und Faser wurde, um so isolirter erfolgen die Strömungen und die dadurch bedingten Bewegungen.

Wo aber dennoch solche associirte Bewegungen durch das ganze Leben bleiben, da ist zu schließen, daß die Fasern, welche jene motorischen Miterregungen verursachen, in ihren centralen Bögen entweder correspondiren oder von einer und derselben Bläschenmasse belegt sind. Vorzüglich scheint dieses der Fall in den Fasern beider Seiten zu sein, die in den Commissuren entweder in Berührung unter sich und mit Bläschen kommen oder

die auf beiden Seiten symmetrisch gebildet auch eine gleiche ideelle Lebensbedeutung haben, wo dann die Willensrichtung auf beide Seiten überfließt, wenn nicht Uebung eine größere Isolation der Erregung möglich machte. Uebung verdichtet die Faser durch die Wirkung der häufig hindurchströmenden Innervation und erhöht die Fähigkeit der Bläschen im kleinsten, räumlichen Verhältnisse alterirt zu werden.

Die genaue Beobachtung der Mitbewegungen kann indessen zur Erforschung des räumlichen Verhaltens der Primitivfasern in den Hirnregionen sehr viel beitragen. Oft liegen die Fasern, welche Mitbewegung veranlassen, evident neben der willkürlich erregten und treffen nicht nur unterwegs Belegungsmasse an, sondern correspondiren auch wahrscheinlich in ihren centralen Bogenlagen. Z. B. bewegt sich der **Musculus obliq. infer.** und **rectus internus** nicht, ohne eine Mitbewegung der **Iris** zu veranlassen, und in dem **Nervus oculomotorius** liegen die Fasern, welche zur **Iris** gehen, neben denen der Muskeln, welche oben genannt wurden. Die Bläschenmasse des **Ganglion ciliare** hat keinen Einfluß darauf, wol aber die Belegungsmasse, welche vielleicht im Hirn die centralen Bögen mehrer Fasern im **Oculomotorius** berührt. Die Ciliarganglienbläschen sollen nur Perceptionen der **Iris** empfangen und ohne Zuthun des Hirns auf reaktionelle Fasern zurückwirken, also Reflexbewegung verursachen.

239. Unsere Innervationslehre erklärt nun auch alle Resultate, welche J. Müller und Andere durch geniale Experimente erreicht haben, als durchaus nothwendig in

dem Wesen der Nerven begründet. Folgen wir den Lehrsätzen Müllers, die ich wegen ihrer Folgerung aus mannigfaltigen Resultaten, als die schätzbarsten Früchte empirischer Bemühung anerkenne, so wird es sich in unserem Sinne immer klarer und begründeter herausstellen, daß die Resultate keine andere sein konnten.

„Wenn ein Nervenstamm gereizt ist, sagt Müller von der Mechanik der sensibeln Nerven, dann haben alle Theile, welche Zweige von dem Stamme erhalten, Empfindung der Reizung und es ist ebenso gut, als wenn alle letzten Aeste desselben gereizt werden.“ Dieser Satz heißt in unserem Sinne: Da in allen Primitivfasern der percipirende Strom von dem peripherischen Bogen zum centralen gerichtet ist, so muß ein Reiz, welcher eine Sammlung von rücklaufenden Fasern trifft, auch in allen diesen eine Perception durch den centripetalen Strom erregen, die in allen centralen Bögen dieser Fasern die Belegungsmasse alteriren und hier Empfindung sein wird, die aber, weil der centripetale Innervationsstrom in dem peripherischen Bogen begann, auch die Empfindung dieser Peripherie vorstellen muß, indem die Seele nur peripherische Perceptionen der Faser organisch zum Bewußtsein bringen kann.

Aus diesem folgt nun der zweite Lehrsatz, daß alle diejenigen sensibeln Fasern, welche über der gereizten Stelle des Stammes in letzteren hineintreten, nicht mit zur Perception des Reizes gelangen können und daß überhaupt nur, da alle Fasern isolirt laufen und isolirt leiten, diejenigen Fasern percipiren können, welche gerade im Stamme gereizt sind. Interessante Versuche

machten Müller, Prevost, Ehrenberg, Wutzer ꝛc. Wenn Müller aber sagt: die Empfindung ist gleich, ob dieselben Primitivfasern im Stamme, in den Aesten oder in der Haut gereizt werden, so darf man unter Empfindung hier nur verstehen: die abnorme Erregung eines centripetalen Stroms, welcher im Hirn als Schmerz empfunden wird und zwar als Schmerz in der, dem peripherischen Endbogen entsprechenden Region, da Empfindung nichts anders, als Erregung einer Innervation an der Peripherie ist und jede andere Erregung in der Mitte nur diese peripherisch ausgegangene Innervation modifizirt und das peripherisch Erzeugte nur umgestimmt zum Hirn leitet.

240. Der empfundene Druck eines in seinem Laufe gepreßten Nerven ist keine, wie man zu glauben geneigt war, der Lehre von den Innervationserregungen widersprechende Thatsache. (Vergl. Müller's Physiologie S. 670.) Die Erscheinung ist aber ganz nothwendig in dem Wesen der Nerven begründet. Wenn man z. B. den **Nervus ulnaris** über dem **Condylus internus humeri** mit gesteigerter Heftigkeit an den Knochen drückt, so schmerzen alle Theile, zu denen Fasern des Ulnarnerven gehen, aber auch empfindet man die Oertlichkeit des Druckes und zwar als Schmerz der gedrückten Nervenstelle und zugleich als Wahrnehmung des speziellen Ortes. Der Schmerz der vom Nerven peripherisch abhängigen Theile erklärt sich aus dem vorigen Paragraphen, dagegen das dumpfe Gefühl des Nerven in seiner Mitte hängt von der abnormen Reizung seiner rücklaufenden Fasern ab und die Unterscheidung des örtlichen Schmer-

zes durch den Druck ist Folge der percipirenden **Nervi nervorum**, welche jeden Stamm umspinnen und gerade unter der Druckstelle ihre peripherische Vernetzung haben. Dieselben **Nervi nervorum** finden sich auch am Rückenmarke und erklären bei dessen Krankheiten die örtliche Empfindung neben den darunter liegenden schmerzhaften, peripherischen Theilen. Diese **Nervi nervorum** und Kapillarnervennetze, die ich sehr oft und an ganz verschiedenen Gegenden gesehen und die Purkinje in der **pia mater** des Rückenmarks entdeckte, erklären auch manche pathologische Erscheinungen. Sie sind es, welche den örtlichen Schmerz an der Stelle des **Neuromen** veranlassen und namentlich sind sie, die so analog den **vasis vasorum** gebildet sind, die Ursache der Schmerzverbreitung in den Neuralgieen, wo der Schmerz nicht nur als peripherische Erregung, sondern im ganzen Laufe der Nerven empfunden wird.

241. Aus der Wahrnehmung, daß an ihrem peripherischen Theile ganz empfindungslos gewordene Fasern, welche keine Perception mehr für äußere Reize zeigen, dennoch aus inneren Ursachen schmerzen oder doch Empfindungszustände veranlassen können, glaubte man schließen zu dürfen, daß, da die Leitung einer sensibeln Faser einmal nur in centraler Richtung möglich sei, es nun auch geschehen müsse, daß die Empfindung scheinbar in der Peripherie sei, während doch der Reiz dazu in dem centralen Theile der Faser existire. An Experimenten fehlt es hierbei nicht, aber sie sind nur in pathologischen Zuständen möglich gewesen. — Daß in einer rücklaufenden Faser durch innere Reize Perceptionszuleitung ge-

schehe, wenn dieser Reiz außerhalb des Gehirns Statt findet, glaube ich schließen zu können, da jede Reizung der extendirten Hälfte einer Faser immer eine Strömung gegen das Hirn veranlassen wird, selbst wenn die peripherische Faserregion abgeschnitten oder unfähig für Alteration wurde. Innerhalb des Gehirns aber, wo die centrale Umbiegung der Faser liegt, kann der innere Reiz nur Reaktion hervorbringen, da hier keine peripherische Alteration, d. i. Empfindung möglich ist. Trifft aber ein Reiz den Stumpf eines abgeschnittenen, rücklaufenden Nerven, dann wird die hier erregte Strömung (Kreisströmung der Innervation ist hier nicht mehr möglich, deßhalb keine Empfindung von geschehenen Reaktionen der auslaufenden Faser derselben Kette) gegen das Hirn andrängen und die Bläschenmasse alteriren, die aber, weil die Lebensidee nur peripherische Punkte im Gehirn repräsentirt, auch den verlorenen, aber central noch vorhandenen Peripheriepunkt der Faser im Bewußtsein zur Empfindung bringen muß. —

242. Die Erscheinung, daß peripherisch reizunfähige Nerven auf Klopfen oder heftigere Eingriffe Empfindung geben, wie z. B. an Gruithuisens Daume (Beiträge zur Physiognosie), hat auch nichts Wunderbares. Jener Nerv kann nur durch die nichtnervose Zwischensubstanz alterirt werden; gesetzt nun, diese ist zerstört oder doch ohne Impressibilität, dann kann der Nerv doch nur durch Reize erregt werden, die ihn direkt treffen, z. B. Erschütterung durch Klopfen. Der Nerv mag aber auch seine Fähigkeit verloren haben, auf gewisse feinere

Erregungen zu percipiren, dann wird eine Erschütterung, ein Stich ꝛc. doch noch die Faser schmerzhaft oder doch ungewöhnlich alteriren, worauf dann auch nur ungewöhnliche Empfindungen im Hirn bewußt werden können, wie Prickeln, Jucken ꝛc. **Formicatio** ist gleichfalls eine abnorme Innervationserregung in den rücklaufenden Nerven, die dann, da jede nicht peripherische Reizung doch als peripherische empfunden wird, auch ihren Sitz im Rückenmarke haben kann *).

Die **Aura epileptica** aber kann schon aus dem Grunde ihren Sitz nicht im Gehirn haben, weil sie als Empfindung auftritt und diese nur durch peripherische Erregung rücklaufender Nervenfasern möglich wird. Auch würde der heftige Eindruck auf das Sensorium keine Erklärung sein, warum Ligaturdruck auf Nerven, in denen die **Aura** heraufströmt, den Fortgang derselben hemmt und den epileptischen Anfall verhindert.

In der **Aura epileptica** ist eine peripherische Umstimmung der rücklaufenden Nerven nöthig. Diese Alteration erweckt eigenthümliche heftige Innervationsströmung, die den Nervenstamm so aufregen muß, daß selbst die **Nervi nervorum** Perceptionen davon erhalten und nunmehr das den Fasern entlang laufende Gefühl des Stroms vermitteln. Diese heftige, ungewöhnliche Anströmung zum Gehirn kann aber nicht ohne heftigste Alteration der Bläschen daselbst bleiben und muß nun die

---

*) **Formicatio** in den Nerven des bildenden Lebens, namentlich den Schleimhäuten, ist schon deßhalb kein bewußtes Phänomen, weil die Ganglien derartige Perceptionen dämpfen.

starken, reaktionellen Strömungen erregen, welche den epileptischen Anfall charakterisiren. Der Tourniquetdruck auf den Hauptnerven eines Gliedes, in welchem die **Aura** beginnt, schwächt die Leitungsfähigkeit der Fasern und macht die Anströmung gegen das Hirn geringer, weßhalb jene epileptischen Reaktionen nicht zu erfolgen brauchen und der **Paroxysmus** ausbleibt.

243. Die sogenannten Reflexbewegungen, wie sie gegen die Theorie des Marshall Hall schon in früheren Paragraphen richtiger aufgefaßt und als Folge von dem Vorhandensein idiospontaner Bläschenmasse erklärt wurden, sind auch in den Experimenten, welche vielfach zu widersprechenden Ansichten leiteten, nach unserer Ueberzeugung sehr leicht in das gehörige Licht zu stellen. Müller hatte sich bald empirisch überzeugt, daß Empfindungs- und Bewegungsnerven durchaus nicht mit einander anastomosiren und er schloß, daß das Rückenmark allein die Kommunikation zwischen beiden Nervenleitern bedinge. Dieses ist auch vollkommen wahr; doch setzen wir hinzu, daß die Bläschen des Rückenmarkes jene Reflektoren sind, indem sie eigene Innervation erzeugen und von rücklaufenden Fasern ebenso alterirt werden, wie sie auslaufende Fasern erregen können. Deßhalb konnte auch der Versuch mit dem Erdsalamander (Müller's Phys. S. 691) kein anderes Resultat, als das von Müller beobachtete haben. Der Salamander behielt eine Zeit lang nach Durchschneidung des Rückenmarkes in den Theilen unterhalb des Schnittes die Fähigkeit auf Reize zu zucken, was ganz natürlich ist, da in dem vom Gehirn getrennten Rückenmarksstücke sich idiospontane Bläschen-

massen befinden, welche die Perception der rücklaufenden Nerven erfühlen und darauf durch Alteration auslaufender Fasern reagiren. Abgeschnittene ganze Glieder zuckten nicht, aber reagirten immer, wenn noch Rückenmark damit in Verbindung blieb. Auch dieses Phänomen ist nothwendig; denn wie kann ein Gliedernerv zucken, wenn seine centripetalen Fasern nicht auf Belegungsmasse stoßen und motorische Fasern in Rapport setzen können? Ein Erdsalamander ist ein zu hochgebildetes Thier mit zu entschiedener Centralität des Nervensystems, als daß es noch centrale Bläschenmasse in seinen peripherisch extendirten Nervenfasern haben könnte. Wol aber zuckt der Fuß eines Phalangium, weil hier eine geringere Centralität des Systems herrscht und die Nervenfasern des Beins ganz evident Bläschenmasse enthalten. —

Diese Erklärung beleuchtet denn auch alle aufgeführten Resultate, welche Müller in seiner Physiologie S. 691 und folgd. aufstellt, und die hier jetzt keiner näheren Erörterung bedürfen, da sie sich nach unserer Ansicht von selbst erklären, wenn man den Angaben dieses Buches denkend nachgefolgt ist.

244. Alle Physiologen, welche in der Reaktion nur immer motorische Phänomene erblicken, sind dadurch in die größte Verlegenheit gerathen, indem sie nicht erklären konnten, wie doch in gewissen Organen eine centrale Einwirkung nachzuweisen, aber kein Bewegungsnerv aufzufinden sei. Man fragte sich, ob denn Empfindungsnerven auch centrifugale Innervationsströme haben könnten, an eine motorische Faser sei hier nicht zu denken aber doch reagire das Organ, zu dem nur Empfindungs-

fasern träten. So unter Andern sagt J. Müller: „Eine vom Gehirn aus centrifugal in einem entschiedenen Empfindungsnerven erfolgende Erregung ist die des **Nervus lacrymalis** in gewissen Leidenschaften und Vorstellungen.“ — Er vermuthet deßhalb, daß feine Zweige des **Sympathicus** zum **Nervus lacrymalis** vom Ganglion hinzuträten. Nicht minder auffallend ist es ihm, daß Empfindungsnerven, z. B. der **Vagus**, einen offenbaren, organischen Einfluß auf Ernährung und Absondrung haben. Er nimmt auch hier seine Zuflucht zu sympathischen Fasern und deren grauen Elementen.

Wir können uns aber keine Nervenfaser im Organismus denken, welche nicht an ihrem peripherischen Bogen umkehre und dadurch zugleich centrifugale und centripetale Strömung bedinge. Die peripherischen Umkehrungen sind an unzähligen Stellen mit dem Auge aufgefunden und sie müssen daher allgemeiner Typus sein. Ferner können wir die Ansicht nicht gelten lassen, daß die centrifugale Strömung nur das Phänomen der Muskelbewegung sei; es stoßen viele auslaufende Fasern auf Gebilde, wo nichts mechanisch zu bewegen ist, wo also die Reaktion eine andere, als motorische sein muß; es kommen ferner unzählige Fasern, als percipirende, aus Gebilden hervor, wo ebenfalls keine Bewegung Statt findet, es könnten diese Empfindungsfasern aber nicht rücklaufen, wenn nicht zuvor dieselbe Faser vom Hirn aus zu dem Gebilde hingelaufen wäre, folglich muß auch ein centrifugaler Strom immer da seine Leitung gefunden haben, wo ein centripetaler existirt, weil beide Fasern Eins sind.

Dieses erklärt Alles. — Dürfte man z. B. glauben, daß im Sehnerven nur Empfindungsfasern lägen? Wie könnten diese die rückläufige Richtung einschlagen, wenn sie nicht vorher centrifugal in die Retina getreten wären? Und ist das Phänomen des Blickes, des Anstrengens der Sinne, das Aufhorchen ꝛc. etwas anders, als centrifugale Strömung, als Reaktionsstrom? Dieses ist aber von der verschiedensten Wirkung und erregt in einem Sinnesorgane, in einem Secretionsorgane ꝛc. ebenso bestimmte, vom Hirn ausgehende oder auch durch Ganglien vermittelte reaktionelle Zustände, wie er, den Muskel treffend, Bewegung bedingt. Und damit ich es (vergl. §. 17.) nochmals in Erinnerung bringe, wiederhole ich, daß der centrifugale Innervationsstrom die verschiedenartigsten Phänomene in den peripherischen Gebilden hervorruft und diese lassen sich am Ueberſichtlichsten in folgende 4 Momente klassifiziren:

a. Dynamische Reaktion; erscheint als elektromagnetisches Phänomen (z. B. im elektrischen Fisch recht deutlich), als Wärme, höhere Lebensspannung.

b. Chemische Reaktion; erscheint als Bewegung in den Elementarstoffen der Materie, als organischer Chemismus. —

c. Organisch-ideelle Reaktion; erscheint als bestimmender Ausfluß des Lebensurbildes, als Ueberfließen der Idee des Organismus in die sie verkörpernde Materie. (Auch allgemeiner **Nisus formativus** genannt.)

d. Mechanische Reaktion; erscheint als Bewegung der Muskelfaser, also räumliche Veränderung.

(Vergleiche die Notizen darüber am Ende des §. 17. und im §. 219.)

Die unterste Stufe der Empfindung und Reaktion geschieht auch ohne Nervenentwicklung, weil ja schon die thierische Urmasse nichts als Nervensubstanz ist. Die Reaktion ist hier eigene Fortbildung.

245. Die Fortdauer unwillkürlicher Bewegungen in ausgeschnittenen Organen, namentlich des Herzens und Darms hat noch manche Lehren hervorgerufen, denen ich nicht ganz beistimmen kann. Hierüber möchte denn schließlich folgende, erläuternde Notiz Platz finden. Bekanntlich pulsirt das Froschherz, obgleich herausgeschnitten und blutleer, noch einige Stunden und man wollte daraus schließen, daß einmal das durchströmende Blut nicht ursächlicher Reiz der Muskelcontraktion sei und zweitens der Herzrhythmus von den Centraltheilen unabhängig sei. Was es mit dieser Unabhängigkeit zu bedeuten habe, geht aus der ganzen Darstellung dieses Buches hervor. Einmal muß dabei erinnert werden, daß, je niedriger das Thier steht, auch seine ganze Masse der Nervensubstanz immer homogener ist, da alle urthierische Materie an sich Nerven- d. i. Empfindungs- und Bewegungsmasse ist. Dieses ist ein Axiom. In gleichem Grade, worin diese Urmasse ein Nervensystem ausbildet, müssen auch die anderen Gebilde sich von der Nervenmasse entfernen und je entwickelter das Nervensystem wird, um so entschiedener bezieht sich seine Gliederung auf ein centrales Organ. Nun ist es aber auch erwiesen: 1) daß bei unteren Geschöpfen ohne gesondertes Nervensystem die ganze Leibmasse die Stelle des Ner-

vensystems vertritt und, mit Oken zu reden, das ganze Thier Nerv ist, d. h. durch die ganze Masse Empfindung und Bewegung äußert; 2) daß bei einem niedrig ausgebildeten Nervensysteme der Gegensatz von Bläschen und Faser noch nicht entwickelt ist, die Bläschen nicht auf gewisse centrale Stellen zurückgedrängt und vielmehr noch in den peripherischen Nervenausbreitungen zerstreut sind; 3) daß in höheren Thieren, wo sich ein isolirtes Nervensystem entwickelt und sich gewissen Centralpunkten untergeordnet hat, auch von letzteren aus die Perceptionen und Reaktionen beherrscht werden, daß aber allenthalben, wo Bläschen sind, auch eine Reaktion erregt werden kann.

246. Nehmen wir nun das Beispiel von dem Herzschlage, so folgt aus eben gegebenen Sätzen, daß a) in unteren Geschöpfen, wo irgend eine rhythmische Fluktuation vorkommt, diese ohne allen direkten Nerveneinfluß geschieht, indem die Thiersubstanz auf den Reiz (mag es Säfteandrang sein) reagirt; b) daß in Geschöpfen mit dem unvollendeten Typus des Nervensystems (also auch in jungen, höheren Gattungen) der Herzmuskel schon zur Reaktion durch die zunächst liegende Bläschensubstanz gebracht wird, indem das einströmende Blut in seinen beiden polar sich verhaltenden Strömen im Herzen coincidirt und einen motorischen Schlag hervorruft, bedingt durch die Erfühlung des Reizes in den von Nervenbläschen berührten Muskelfasern; c) daß bei höheren Thieren mit entschiedenem Gegensatze von Centralbläschen und peripherischer Faser die Reaktion immer

von der nächsten Centralmasse, namentlich vom Rückenmarke ausgeht.

247. Schreiten wir nun zu der Erklärung, warum ein ausgeschnittenes, blutleeres Froschherz noch pulsirt, so haben wir dabei zu sagen, daß die Froschnerven zahlreiche Bläschen enthalten und deßhalb ganz in der Nähe der Muskeln fähig sind zu reagiren. Der Reiz der Blutleere und Einwirkung der Außenwelt irritirt die zarten Bögen der Nervenperipherie und auf die Erfühlung erfolgt sogleich Gegenwirkung. Es herrscht aber ein Gesetz der Gewöhnung im Organismus; eine Muskelfaser, welche lange rhythmisch reagirte, wird auch so lange rhythmisch zucken, als irgend Lebensspannung in ihren nächsten idiospontanen Nervenbläschen vorhanden ist. Wir sehen es ja in den sogenannten angewöhnten Bewegungen, wo auf erfolgten und dauernden Reiz die Reaktion immer in der Form der Gewöhnung geschieht. Die gegebene Erklärung sagt aber auch gleichzeitig, daß nur das Herz eines Thieres bei der angegebenen Ausschneidung noch zucken kann, wo das Nervensystem noch nicht ganz auf Centralität begründet, sondern wo sich noch Bläschenbelege an den peripherischen Nervenbögen finden. Deßhalb gelingt dieses Experiment auch am Besten bei jungen, noch unausgebildeten Thieren. Versuchen wir es aber einmal bei einem höheren Geschöpfe mit centraler Bedeutung des Rückenmarkes und das Herz wird seine Reaktionsfähigkeit mit der Trennung seiner Verbindung vom Rückenmarke verlieren. Gleiche Bewandtniß hat es mit dem **Motus peristalticus** eines ausgeschnittenen Darms, wo ich gerade recht evident das

Vorhandensein peripherischer Belegungsbläschen (und in höheren Organismen Kapillarnervennetze) gesehen habe.

VII. Von dem peripherischen Verhalten der Primitivfasern in den Sinnesorganen.

248. Das peripherische Verhalten der Nervenfasern in den, wegen ihrer hohen Perceptionsfähigkeit, besonders sogenannten Sinnesorganen ist noch in neuester Zeit eine Streitfrage und Aufgabe der genauesten Forschung geworden, da die Beobachter sich vielfach widersprachen.

249. Wenn es je eine Untersuchung giebt, welche uns recht deutlich die peripherische Umbiegung der Fasern zur sinnlichen Ueberzeugung bringen muß, so ist es die der Sinnesnerven und dadurch wäre es auch in den, gewöhnlich nur für Empfindungsgebilde gehaltenen Organen bewiesen, daß in ihnen auch Reaktionsleiter, also centrifugale Fasern vorhanden sind; denn Empfindungsfasern können nur centripetal betrachtet werden und es war von jeher immer ein unglücklicher Mißgriff, die empfindenden Fasern von den Centraltheilen aus zu verfolgen, während doch ihr wahrer Anfang nur in den peripherischen Gebilden liegen kann.

250. Bei den Sinnesorganen haben wir, wie es aus dem Nachfolgenden noch bewiesen wird, zwei Substanzen zu unterscheiden, die wieder nothwendig in dem Wesen des Nervenlebens begründet liegen. Der Nerv, als das höchste Individuelle, kann nicht unmittelbar mit der Außenwelt in Berührung treten, wenn er nicht abnorme

Empfindung (Schmerz) erzeugen oder gänzlich zerstört werden soll. Ueberall (und so recht stark entwickelt in den Sinneswerkzeugen) wo Nerven sich den Potenzen der Außenwelt zukehren, da finden wir höchst zarte, halbflüssige und alterirbare Zwischengebilde, welche zunächst die Potenzen von Außen aufnehmen, d. h. welche von ihnen in ihrem Zustande umgestimmt werden; diese Umstimmung erst erfühlen die dahinter liegenden Nervenfasern und indem ihre Perception der Hirnbläschenmasse mitgetheilt und diese in einen entsprechenden Zustand umgestimmt wird, nimmt die Idee des Daseins jenen als Empfindung wahr. Jede Reaktion, d. h. jene Innervationsströmung, welche in dem auslaufenden Theile der geschlossenen Nervenfaser fortgeht, vermag auch nur die impressionable Zwischenmaterie umzustimmen und diese kann daher auch reagiren. In den Sinnesorganen erscheint diese Reaktion als elektrisches Phänomen, als Licht im Blicke, überhaupt als Schärfung, Aufhorchen, Aufmerksamkeit ꝛc. Die differenteste Form, in welcher jene impressionable Zwischenmaterie im Organismus erscheint, ist die der fibrösen Faser im Muskel.

251. Wenden wir den gültigen Grundsatz nun speziell auf die Sinnesorgane an, dann haben wir zu unserer Untersuchung peripherischer Nervenverhältnisse und zum Verständniß der percipirenden und reagirenden Momente, zwei Bildungen sorgfältig zu unterscheiden und diese sind:

a. der peripherische Nervenfaserbogen und
b. die impressionable Zwischenmaterie.

Untersuchung der Retina.

251*. Ich habe, nachdem Bidder's Untersuchungen im Jahre 1839 zu meiner näheren Kenntniß kamen, vorzugsweise die Retina einer häufigen, mikroskopischen Betrachtung unterzogen und da es mir dabei wichtig schien, recht viele Geschöpfe zu prüfen und namentlich auch den Zustand der Netzhaut in verschiedenen Entwicklungsperioden zu erkennen, so habe ich jede Gelegenheit benutzt, um über die zarten und weichen Formen zu einer bestimmten Ansicht zu gelangen. Die Abbildungen, welche ich diesem Buche in Bezug auf die Retina beigegeben habe, konnten nun freilich nur approximativ gelingen, da ich das Gesehene noch um ein Bedeutendes größer zeichnen mußte, als das schärfste Mikroskop darstellte. Die Theile sind so zerfließbar und stören auch so leicht bei bedeutender Vergrößerung durch ihre Durchsichtigkeit, daß man nur aus Vergleichung äußerst vieler Anschauungen verschiedener Netzhäute zu einem genaueren Resultate gelangen kann.

252. Die älteren Ansichten Fontana's, Ehrenberg's, Krause's und anderer Forscher sollen mich nicht länger aufhalten und ich ziehe es vor, meine Autopsie hier mitzutheilen. Um zunächst einige Klarheit in die widersprechenden Angaben der Beobachter zu bringen und Mißverständnissen bei der Angabe der Strukturen vorzubeugen, will ich im Voraus erklären, daß sämmtliche Untersuchungen, die ich an zahlreichen Augen unternommen habe, die gewisseste Ueberzeugung in mir befestigten, daß die Schichte der Retina, welche von den meisten Beob-

achtern durch einander geworfen und in ganz unrichtiger Reihefolge gedacht wurden, dergestalt sich zueinander verhalten, daß zunächst nach Innen, unmittelbar hinter der **Membrana hyaloidea** eine sehr zarte, eistoffige Halbflüssigkeit liegt, welche die dem Sehnerven am Nächsten liegende impressionable Zwischenmaterie ist. (Auch die anderen Flüssigkeiten des Auges, namentlich der s. g. Glaskörper gehören zu den erfühlenden Zwischengliedern.) Unmittelbar unter dieser „Eistoffschicht“ und in sie von unten eingebettet liegen die peripherischen Ausbreitungen des Sehnerven und bilden das »**Stratum nerveum**.« Hinter diesem folgt die dickste Schicht, die s. g. Stabkörperschicht, analog den isolirten Glaskörperchen des Insektenauges und ich nenne sie die „Zellenschicht“, weil dieser Ausdruck am Besten ihre Struktur bezeichnet. Darauf folgt dann Pigment und **Choroidea**.

Wenn Beobachter, wie Remak, Treviranus, Göttsche rc., die Zellenschicht gerade umgekehrt an der inneren Seite an der Stelle der Eistoffschicht sahen, so ist dieser Irrthum sehr leicht durch die Durchsichtigkeit der mittleren Schicht und ihr baldiges Zerfließen begünstigt und ich habe erst gleichen Irrthum theilen müssen, ehe es mir gelang nach vielfachen Forschungen zur vollkommensten Gewißheit darüber zu kommen.

253. Wenn man mit großer Vorsicht ein Stückchen Retina auf den Schieber des Mikroskops bringt, wobei man sorgfältig jede Berührung mit Wasser und eine zu lange Einwirkung der Luft verhüten muß, weil dadurch die innere Eistoffschicht weggespült, die Faserschicht er-

weicht und die Zellenschicht abgestoßen wird, dann ist es zuerst von der größten Wichtigkeit zu wissen, welche Seite des Retinastückchens oben liegt. Man täuscht sich hierbei sehr leicht, weil man oft die Zellenschicht durchscheinen sieht und es ist am Zweckmäßigsten Hühneraugen zu wählen, da deren Zellenschicht wegen der darin herrschenden grünlichgelben oder röthlichen Flüssigkeit leichter erkennbar ist.

254. Die innerste Eistoffschicht überzieht das **Stratum nerveum** als eine zarte Lage flüssiger Materie, welche mit dem Tröpfchen Eistoff im Keime die vollkommenste Aehnlichkeit hat. Sie ist ganz homogen; in ihr sind weder Fasern noch wirbelähnliche Züge; sie ist Punktsubstanz und trennt das **Stratum nerveum** von der **Membrana hyaloidea.** Nachdem ich eine gewisse Routine darin erlangt hatte, rasch und ohne Verwechselung der Seiten die Retina unter die Linse zu bringen, nahm ich größere Augen, deren Zellenschicht nicht gefärbt ist und konnte namentlich am Auge junger Pferde jene Eistoffschicht recht deutlich darstellen. Niemals habe ich hier Wärzchenreihen gesehen, wie sie Treviranus beschreibt; ich habe seinem Beispiele gemäß Froschaugen unzählige Male betrachtet, aber erkannte nur zu bald, daß der Irrthum durch falsche und genaue Behandlung des Retinastückchens hervorgebracht war; denn nur zu leicht sieht man die Faserschicht erweichen und die Zellenschicht durchschimmern. Deßhalb sah auch Valentin hier Belegungsbläschen, nachdem er das Retinastück mit Wasser befeuchtet hatte und er doch nichts anders, als Zellenschicht sehen konnte.

255. Das Stratum nerveum wird durch die peripherische Ausbreitung der Sehnervenfasern gebildet. Diese Fasern sind die zartesten im ganzen Nervensystem und ihre Stärke ist mit $\frac{1}{2000}$ Linie nicht zu klein angegeben. Von der Eintrittsstelle aus laufen sie stralenförmig fort, eingesenkt in die sie deckende Eistoffschicht. Remak beschreibt sie plattgedrückt, was ich dahin berichtigen muß, daß sie, wenn man das Objekt zu lange betrachtet, den Uebergang ihres Zerfließens durch eine plattere Form andeuten. Gottsche findet ihren Verlauf nicht regelmäßig radial, eine Beobachtung, der ich beistimmen muß; die sogenannten Wirbelrichtungen sind aber nicht den Primitivfasern allein beizumessen, sondern gerade die Zellenschicht bildet solche Wirbelpunkte und diese scheinen leicht durch und verwirren die reine Anschauung des Stratum nerveum.

256. Von der größten Wichtigkeit war mir die Forschung, wie sich die einzelnen Fasern peripherisch verhalten und die Resultate, die ich aus allen Untersuchungen erhielt, sind folgende:

a. Die Primitivfasern sind in ihrem Durchmesser nicht gleich, einige sind stärker, selbst bis zur Dicke von $\frac{1}{700}'''$ und mehr. Sie variiren bei verschiedenen Thieren bedeutend; bei Pferden, Putern, Papageien fand ich sie äußerst deutlich.

b. Im Verlaufe ihres zweiten Drittels erkennt man schon die einzelnen Fasern, welche sich vom weitern Laufe los machen und scheinbar Geflechte oder Netze bilden. Alle Fasern sind aber isolirt und neigen sich in der Richtung der Augenachse etwas vor, wodurch sie sich tie-

fer in die Eistoffschicht einsenken und hier schlagen sie sich peripherisch um, indem sie peripherische Bögen bilden, welche wieder in den Nervenstamm zurückführen.

c. Die Fasern verhalten sich daher ebenso, wie alle andern Fasern des peripherischen Nervensystems. Sie biegen sich um. Henle's Ansicht, daß sie sich rückwärts schlügen und die Stabkörper bildeten, hat theils gar keine Analogie für sich, theils habe ich dergleichen niemals erblicken können. Ich stellte eigens zu diesem Zwecke Untersuchungen an, weil ich Henle's Beobachtungsmethode schätze; aber ich wurde nur dadurch in der Ueberzeugung bestärkt, daß die Fasern der Retina sich wirklich einfach gegen die Eistoffschicht richten und hier umkehren. Man könnte dagegen einwenden, daß die Hirnblase des Sehnerven dehiscire, daß hier der Fall eintrete, wo die Fasern an der Dehiscenz Theil nähmen und zwei, der Oeffnung entsprechende freie Enden bildeten. Ich unterzog mehremale die Augengebilde ungeborener Pferde und Kälber in der 4. und 7. Woche der Fötalentwicklung einer Untersuchung und fand hier die Retina nach vorn offen und nur die Linse mehr als im entwickelten Auge von der Retina nach innen gezogen; dagegen waren die Fasern kaum deutlich zu erkennen, sie glichen mehr Bläschenreihen, welche an der Peripherie eine Bläschenanhäufung bildeten, aus der wahrscheinlich der spätere Bogen hervorging und diesen vermochte ich auch in einem ungeborenen Pferde zu erkennen und noch Bläschensubstanz daran zu unterscheiden. Ich bin daher ganz ohne Zweifel über Valentin's richtige Behauptung,

daß die Fasern der Retina sich wie alle andern Fasern peripherischer Nerven umbiegen und zurücklaufen. —

257. Hinter dem **Stratum nerveum** folgt nun die Zellenschicht, die s. g. Stabkörperlage. — Sie nimmt fast zwei Drittel der ganzen Retinadicke ein und ist bei Vögeln und Fischen noch dicker. Im ausgebildeten Auge sieht man hier kleine, senkrecht nebeneinander gelagerte Säulen, cylinderförmige Papillen, welche die Dicke der Primitivfasern oft um das Zwölffache übertreffen und weiter nichts als gefüllte Zellen sind. Sie stehen so geordnet, daß sie scheitelförmig von einander in Wirbellinien auslaufen. Doch läßt sich kein bestimmter Mittelpunkt erkennen, da sich dieser immer ändert, wenn man die Sehlinie verändert. Diese Zellen sind äußerst lose an das **Stratum nerveum** angeheftet und fallen leicht ab.

258. Man muß sie an Fischen oder noch besser an Vögeln, namentlich am Huhne gesehen haben, um verstehen zu lernen, was sie sind und bedeuten. Sie sind Zellen, in denen ein Kern und eine Flüssigkeit eingeschlossen ist, welche, da diese doch nur Eistoff sein kann und dieser im eingeschlossenen Zustande leicht zu einem Oeltröpfchen sich metamorphosirt, auch wahrscheinlich hier öliger Natur ist. Ich wurde bei der Betrachtung immer an die von Henle dargestellten Bläschen des **Epithelium** erinnert, mit denen sie nächste Aehnlichkeit haben. Bei Vögeln ist ihr Inhalt mit lebhaften Farben versehen, die wahrscheinlich durch Einwirkung des Lichtes entstehen, weil ich sie in ganz jungen Hühnern, welche 8 Tage alt waren, durchaus farblos fand. Uebrigens

traf ich auch einmal bei einem Igel gefärbte Zellchen und ganz kürzlich ein gleiches bei einem Eichhörnchen, welches zwei Jahre lang auf einem Brette an einer weißen, blendenden Wand gelebt hatte.

259. Ueber die Entstehung der Zellenschicht kann man sich eine richtige Vorstellung machen, wenn man das Auge im frühern Zustande der Entwicklung und bei neugeborenen Geschöpfen einer häufigen Beobachtung unterzieht. Im frühen Zustande des Fötallebens ist die Retina nur eine halbflüssige, thierische Ursubstanzlage, die ganz der späteren Eistoffschicht gleich kommt. (Es ist bekannt, daß dieses Sinnesorgan aus einer sich aussackenden Hirnblase hervorgeht und selbst der Glaskörper eine Fortbildung des in jener Blase eingeschlossenen, flüssigen Markes ist.) In der Periode, wo aber diese Blase dehiscirt und Glaskörper sowol wie die Grundlage der denselben umgebenden Retina von einander unterschieden werden können, stellt sich letztere nur dar als eine Eistoffschicht, in welcher allmälig Bläschen gerinnen. Die homogene Ursubstanz differenzirt sich dreifach. Zunächst nach Innen beharrt die Urflüssigkeit in ihrer Indifferenz, in der Mitte geht die Faserung des Sehnerven aus den vorbereitenden Bläschenreihen hervor und endlich nach Außen gerinnen kleine rundliche oder längliche Zellen, anfangs ganz ähnlich den Bläschen der mittleren Portion; diese den Epitheliumzellchen so analoge Bildung geht einen, von der Fortbildung des **Stratum nerveum** abweichenden Metamorphosengang und entfernt sich dabei von der Bedeutung der Nervenmasse, ohne aber ihren

Ursprung aus Hirnmark auch in der Funktion einzubüßen.

In neugeborenen Geschöpfen finden diese Zellen sich noch nicht vollkommen entwickelt und von ihrer Vollendung hängt auch das wirkliche Sehen ab. Wo sie fehlen, da wird kein Lichtstrahl so erfühlt, daß er als isolirter Punkt eines reflektirenden Objektes zum Bewußtsein kommt und deßhalb sieht man auch an der Eintrittsstelle des Sehnerven nicht, da hier die Zellenschicht fehlt.

260. Die Zellenschicht dient daher ohne Zweifel zu demselben Zwecke, zu welchem die einzelnen Glaskörper des Insektenauges nützen. Die Zellenschicht ist eine höhere, organische Wiederholung der unzähligen Glaskörper und es ist dabei von gar keiner Wichtigkeit, daß sie nicht vor, sondern hinter dem Stratum nerveum liegen. Es stellt sich nämlich beim Akte des Sehens heraus, daß die vom Licht affizirte Eistoff- und Faserschicht nur dann zu der genauen Zartheit und Schärfe in der Perception des leuchtenden Objektes gelangen kann, wenn jeder Punkt des Sehfeldes möglichst von einem eigenen, isolirten Auge aufgenommen und percipirt wird. Deßhalb haben niedere Augenorganisationen durch die Mehrzahl der trichterförmigen Glaskörper evident ausgedrückt, daß möglichst jeder Sehpunkt sein besonderes, percipirendes Auge habe, in dessen Grunde eine besondere Eistoffschicht und eine besondere Faserumbiegung liegt. Im höher organisirten Auge ist die Retina ein Ganzes mit dem davor liegenden Eistoff und Glaskörper; sie percipirt das Licht, aber es ist auch hier nöthig, daß die einzelnen Punkte des Sehfeldes isolirt percipirt werden.

Deßwegen alterirt das leuchtende Objekt die einzelnen, individuellen Stabkörperchen der Zellenschicht und jedes Zellchen rapportirt wieder seinen Eindruck an das **Stratum nerveum**, wodurch nun eine Addition unzähliger einzelner, isolirter Perceptionen entsteht, die das genaue Erkennen des leuchtenden Objekts bedingt, indem ja alle räumlichen Verhältnisse der leuchtenden Punkte des Sehfeldes wieder dasselbe räumliche Verhältniß in der Perception der einzelnen Stäbchen der Zellenschicht erhalten. —

261. Zur Würdigung dieser Akte und namentlich zur Verständigung, daß die s. g. Stabkörper immer nöthig sind zur genauen Perception leuchtender Punkte und daß dieselben den Insektenglaskörpern vollkommen entsprechen, dient die Untersuchung des Sepienauges. Hier liegt nämlich vor der Faserschicht der Retina eine Eistoffschicht, welche nicht nur die Stabkörper, sondern auch das Pigment in sich schließt. Wenn wir nun zunächst aus dieser Organisation lernen, daß Sehen nichts anders, als Percipiren einer impressionablen Zwischensubstanz und dadurch verursachte Mittheilung an den Nerven ist, daß also das Bild des Objekts, wie es in der **Camera obscura** des Auges abgebildet wird, von den Nerven nicht aufgenommen werden soll (hier im Sepienauge ist es platterdings wegen des Pigments unmöglich), so lernen wir aus diesem Auge aber noch deutlich, daß Glaskörper niederer Augen und Stabkörper höherer Augen durchaus identische Bedeutung haben; denn im Sepienauge sind die Glaskörper schon ganz

zu der Form der Stabkörper umgebildet und liegen vor der Faserschicht.

262. Genaue Untersuchungen haben mir nämlich folgende Anschauung gegeben: Das violette Pigment im Sepienauge erscheint auf den ersten Anblick gefasert. Wenn die obere Pigmentdecke etwas zerflossen ist, dann merkt man sogleich, daß jene Faserung aus kleinen Stäbchen besteht, welche senkrecht (ganz wie die Glaskörper der Insekten oder die Zellen hinter dem **Stratum nerveum** höherer Organisation) auf der Faserschicht stehen und also bei Lichtperceptionen auch ihre isolirten Umstimmungen an die Faserschicht mittheilen müssen. Ich halte diese Stäbchen für hohl und mit gefärbtem Eistoffe gefüllt, analog den Zellen hinter der Faserschicht vollkommener Augen. — So viel vorläufig über das Verhalten der Retina, über deren Struktur bei mir nicht der geringste Zweifel mehr obwaltet.

Das peripherische Verhalten des Gehörnerven.

263. Die Untersuchungen hierüber muß ich von vorn herein unvollendet nennen. Dennoch aber ist es entschieden, daß die letzten Fasertheile des Gehörnerven im Ohre niemals frei enden, sondern peripherische Umbiegungen machen. Ich habe nach Treviranus Angabe (Beiträge Heft 2.) die Spiralplatte der **Cochlea** bei Mäusen und andern Säugethieren untersucht und allerdings papillenähnliche Hervorragungen gesehen, die aber unmöglich freie Faserenden sein können, da die weiter laufenden Fasern des membranösen Theils ganz deutlich kleine Schlin-

gen bilden und umkehren, nachdem sie etwas über die Fläche hervorgetreten waren. Auf den Ampullen breiten sich dagegen die Fasern in sichtbaren Bögen aus; ein Bogen steigt über dem andern weg und noch über deren peripherische Biegung hinaus finden sich netzartige Ueberspinnungen der Wand, die ganz sichtlich die s. g. Kapillarnervennetze sind. Bei Fischen und Amphibien, wo die Organisation deutlicher erkennbar ist, vermag man ohne Schwierigkeit die isolirten Endumbiegungen an der Wand der Hörblasen aufzufinden. Ich sah bei Hechten, Karpfen, Wels rc. die Fasern in reinen Bögen, die nur von Kapillarnetzen unterspornen waren, verlaufen und namentlich im Sacke des großen Steins (wo auch Carus schon früher dasselbe fand) und an den Fortsetzungen des häutigen Vorhofes in den rückwärts laufenden Kanal waren die Bögen darstellbar.

264. Es wird sich auch die Faserumbiegung als Bildung auf einer sich aussackenden Hirnblase genetisch erklären lassen. Die Dehiscenz erfolgt hier nicht so, wie in der Retina; es entwickeln sich die Nervenfasern an inneren Wandungen eistoffig gefüllter Räume und wenn nun anzunehmen ist, daß das erste Rudiment der Nervenentstehung als Bläschenkanäle und Netze auftritt, welche die in sich geschlossene Aussackung überspinnen, dann werden auch beim Fortbilden aus diesen Netzen Bögen und isolirte Cylinder hervorgehen können, die sich immer entschiedener von dem bleibenden Netzwerke differenziren. Es ist aber einleuchtend, daß sich aus einem Netzwerke eher Bögen, als freie Enden entwickeln müssen.

265. Die neuesten Untersuchungen von Pappen-

heim (Spezielle Gewebslehre des Gehörorgans, Breslau, 1840) haben bei höheren Formen des Hörorgans auch die peripherischen Bögen des Nerven nachgewiesen. Ich muß nach angestellten Versuchen die auf dem Spiralblatte befindlichen Umbiegungen der Fasern bestätigen und die trefflichen Abbildungen, welche Pappenheim in Figur 6. 8. 16. ꝛc. seinem Werke beigegeben hat, überheben mich jeder ferneren Darstellung.

Peripherisches Verhalten des Riechnerven.

266. Auch hierüber müssen wir uns kurz fassen, da wir nur dem früher Bekannten einiges Neue und namentlich eine richtigere Erklärung hinzuzufügen haben. Treviranus sieht hier bei Säugethieren Aufhören der Fasern in Papillen; dagegen bei untersuchten Vögeln, Amphibien und Fischen war es ihm nur möglich, sogenannte Corticalcylinder in stumpfen Enden zu erkennen. Diese Angaben bedürfen indessen einer präziseren Unterscheidung. Die sämmtlichen Fasern des Riechnervenganglion bilden isolirte Cylinder, welche sich bald enger, bald mehr auseinander weichend, in kurzen Bögen umbiegen und in derselben Richtung zurücklaufen. Dadurch entstehen papillenähnliche Hervorragungen, die aber ganz im Typus der Hautpapillen gebildet sind, nämlich aus peripherischer Faserschlinge, aus eistoffiger Materie und Decke bestehen. —

267. Zu bemerken ist dabei, daß die stärkeren, aus der inneren und unteren Seite des Bulbus heraustretenden Fasern, welche sich an der Nasenscheidewand ausbreiten, gerade diejenigen sind, welche am Deutlichsten

jene beschriebenen Umbiegungen in papillenähnlichen Stellen verrathen. Die an der äußeren Seite des Bulbus heraustretenden Fasern, welche kleiner sind und vorzüglich die obern und mittleren Muscheln überspinnen, so wie andere Fasern an der Scheidewand, verästeln sich untereinander, bilden ein zartes Netz Kapillarnerven und gehen nicht zum Gehirn zurück. Sie scheinen eine Analogie der s. g. organischen Fasern zu sein.

268. Aufmerksam muß ich aber noch darauf machen, daß ich im **Bulbus olfactorius** selbst Primitivfaserumbiegungen gesehen zu haben glaube, so daß eintretende Fasern auf spirale Weise eine Anhäufung Bläschen umspinnen und sich dann wieder der Eintrittsstelle zuwenden. Dieses wäre nun ein Verhalten, das weiter keine Analogie in andern Ganglien darböte und hier nur daraus erklärlich würde, daß der Riechnerv sich als Hirnblase entwickelt und das Riechganglion eine peripherisch gewordene Hirnmasse ist.

269. Bei Fischen und Amphibien scheinen diese Umbiegungen der Fasern innerhalb des Ganglion häufiger und vielleicht als Typus niederer Bildung beständig zu sein, während die Fasern in der Nasenhöhle selbst meist stark entwickelte Kapillarnervennetze bilden. Nähere Angaben darüber sind hier wegen Mangels hinreichender Beobachtungen nicht zu geben.

Papillennerven.

270. Gefühls- und Geschmacksnerven zeigen einen Grundtypus, welcher eigentlich die Norm abgiebt, aus welchem alle andern Bildungen der Sinnesorgane durch

Differenzirung hervorgegangen sind. Blainville wies schon diese Analogie und Entwicklungsgradation nach und die aufsteigende Reihe der Thiere zeigt uns deutlich, daß mit höheren Bildungsstufen auch immer die Urform der Papille in höherer, differenterer Ausbildung auftritt. Jede Nervenpapille bietet aber der mikroskopisch-anatomischen Untersuchung drei zusammenfassende Glieder dar, a) die Nervenfaser, b) das impressionable Zwischengebilde (Eistoff) und c) die schützende Decke.

271. Die Nervenfaser dachte man sich frei in der Papille endend und hier von feinsten Gefäßnetzen übersponnen. Es hat aber die Mikrologie diesen Irrthum beseitigt und es ist mit Bestimmtheit erkannt, daß die Faser sich in das eistoffige Halbflüssige eintaucht, sich hier umbiegt und eine Schlinge bildend, wieder zurückläuft, um einen Stamm zu erreichen. Das impressionable Halbflüssige tritt durch Exosmose aus den feinsten parenchymatösen Gefäßnetzchen, welche den Boden der Papille überspinnen und die schützende Decke wird entweder von Epidermisbläschen oder Epitheliumschüppchen gebildet, gehört daher zu den Gebilden des Hautskelets und erreicht selbst in einigen Thieren die Struktur des Horns und Knochens. So auch sind die Zähne des Menschen und die zahnartigen Wärzchen auf Zunge und Gaumen einiger Thiere nichts anders, als zu Horn und Knochen entwickelte Decken des **Corpus papillare**.

272. Die Papillen der Zunge, die Geschmacksorgane, lassen die Umbiegung der Nervenfasern nur bei guten Vergrößerungen erkennen. Sie sind aber wesentlich vorhanden, obgleich Treviranus und Valentin nichts

Bestimmtes darüber sagen konnten. Netzartige Endigungen habe ich nie gesehen; die letzten Zweige des Lingualastes vom **Trigeminus** biegen sich ebenso schlingenartig um, wie die des **Nervus glossopharyngeus**, bei denen es auch Burdach für wahrscheinlich hielt. Die Zähne sind ebenfalls metamorphosirte Geschmackspapillen mit knöchernem Ueberzuge; das Zahnsäckchen ist die innere empfindsame Masse und hier habe ich mit Valentin direktes Umbiegen und Rückkehren der **Trigeminus**-Endfasern gesehen. —

273. Unter dem Mikroskope stellen sich die Geschmackswärzchen folgendergestalt dar. — Da wo eine Nervenfaser zum Geschmackswärzchen steigt, tritt sie, von den feinsten parenchymatösen Gefäßnetzchen und auch Kapillarnervengeflechten umgeben, über die Schleimhautfläche hervor, welche hier, ganz dem **Rete Malpighi** ähnlich, eine höchst zarte, fast flüssige Struktur hat und den Nerven beim Eintreten, Umbiegen und Austreten von allen Seiten umgiebt. Dieses Halbflüssige sondert zarte, immer mehr erstarrende Bläschen ab, welche nach Außen geschoben werden und Henle's Pflasterepithelium bilden. Man erblickt hier immer eine Anzahl locker anhängender und vom Speichel bereits abgespülter Schüppchen. In die kleineren Wärzchen tritt immer nur eine Nervenschlinge und man kann deßhalb auf dem Boden nur zwei Fasern, eine eintretende und eine austretende finden. In den größeren Papillen, die mit einem Walle umgeben sind, kann man aber mehre solcher Schlingen wahrnehmen und es scheinen hier dieselben höchstens bis auf drei zusammenzutreten. Den meisten Geschmackswärzchen eigen-

thümlich sind die in der Papille sich ausspinnenden Kapillarnervennetze, welche allen Hautpapillen, namentlich den Tastwärzchen durchaus fehlen. — Auch im Zahnsäckchen finden sie sich vor.

274. Die Hautpapillen bieten ganz denselben Bau dar, wie eben bei den Papillen der Schleimhaut angegeben ist. Der Hautnerv läßt seine einzelnen Primitivfasern auseinander treten; diese weichen oft ab, nähern sich wieder, kreuzen sich, anscheinend ein Netzwerk bildend, aber sich niemals verästelnd, und in dem **Rete Malpighi** angelangt schlagen sich alle Fasern schlingenartig um und laufen zurück, gewöhnlich in einen andern Stamm eintretend, um auf anderm Wege zum Gehirn zurückzulaufen. — Gewöhnlich liegen zwei Fasern gemeinschaftlich neben einander, biegen sich auf gleicher Stelle um, aber nehmen nicht immer denselben Rückweg, da oft die eine direkt in ihr erstes Stämmchen, die andere in ein fremdes sich verliert. Die äußerste Peripherie der Faserschlinge liegt ganz nahe unter den Bläschenformationen der Epidermis, aber wird von allen Seiten von einer äußerst zarten, parenchymatösen Flüssigkeit, dem impressionablen Halbflüssigen, umspült. Wagner's Ansicht von einer gabelförmigen Spaltung der Faser und darauf erfolgenden Verschmelzung in dem Parenchym, so wie Treviranu's Meinung vom stumpfen Aufhören des Cylinders sind längst durch Gegenbeweise als irrig dargestellt und die beiden Beobachter sind selbst nicht überzeugt von der eigenen Behauptung, da Wagner einmal selbst eine Faserumbiegung sah und Treviranus ein Abreißen seiner stumpfendenden Faser muth-

maßte. Bei Thieren mit dickem Hautskelet liegen die Fasern sehr einzeln, man kann sie besser verfolgen und wird nicht so sehr durch das plexusartige Durcheinanderweben juxta-ponirter Fasern verwirrt.

---

275. Hiermit schließe ich diese Untersuchungen, deren Resultate der aufmerksame Leser leicht selbst recapituliren kann. — Wie sehr die Ergebnisse der Beobachtungen von den früheren, zu doctrinären Lehrsätzen erhobenen Ansichten abweichen, geht aus der Darstellung hinreichend hervor und daß diese hier zusammengestellten Resultate die wesenrichtigen und wahren sind, das beweisen immer bestimmter alle neueren Prüfungen der Wissenschaft. —

VIII. Text zu den mikroskopischen Abbildungen.

Wie ich schon im §. 251 *. andeutete, kann jede Zeichnung von so überaus zarten Gebilden, wie die feinsten Nervenfaserumbiegungen sind, nur immer approximativ gelingen, da man theils eine zu starke Vergrößerung anwenden, theils aber auch darauf bedacht sein muß, das wahre Verhalten so deutlich als möglich vor die Augen zu führen. Beides habe ich befolgt und deßhalb die Zeichnung noch verhältnißmäßig in einem größeren Maßstabe, als es unter dem Mikroskope der Fall war, zeichnen lassen, wobei es mein erstes Augenmerk blieb, das Gefundene so deutlich darzustellen, daß es an die Grenzen einer schematischen Zeichnung grenzt. Die-

ses scheint bei solchen kleinen und doch für physiologisches Verständniß so wichtigen Objekten das Zweckmäßigste zu sein, da ja jeder Forscher sich die Autopsie selbst verschaffen und die gegebene Zeichnung ihn dann um so besser orientiren kann. —

Fig. 1. stellt eine Ansicht von der inneren Oberfläche der Retina dar. Die Eistoffschicht (vergleiche §. 252. *u.* folgd.) ist abgeflossen und man sieht die Verbreitung der Fasern des Sehnerven und ihre schlingenförmigen Umbiegungen. *a.* Bezeichnet dasjenige Stück der Retina, welches in der Nähe des Nerveneintrittes liegt.

Fig. 2. ist eine schematische Dastellung derselben peripherischen Umbiegungen, wie sich diese durchweg verhalten. Namentlich scheint die Form der 8 ähnlichen Umbiegung eine hauptsächliche und oft sich wiederholende Gestalt zu sein.

Fig. 3. giebt eine Ansicht von der Zellenschicht. Das Pigment ist größtentheils entfernt und man sieht von oben auf die Stabkörper, welche eine Menge wirbelähnlicher Reihen bilden. Am obern Theile des Objektes sind sie bereits im Zerfließen begriffen. Die Retina ist von einem Menschen.

Fig. 4. stellt die Retina im Profil, von einer äusserst feinen Pincette gehalten, dar. *a.* Die innere Schicht mit den hervortretenden Umbiegungen. *b.* Die innere Eistoffschicht im Profil. *c.* Das **Stratum nerveum** im Profil. *d.* Die von mir sogenannte Zellenschicht mit den Stabkörpern. *e.* Das Pigment.

Fig. 5. Stück einer Retina von einem 7 Wochen alten, ungeborenen Pferde. Innere Oberfläche mit (den

Kapillarnervennetzen eines entstehenden Nervensystems ähnlichen) Bläschenreihen und beginnenden Primitivfaserbögen.

Fig. 6. Stück eines oberen Theils der Nasenscheidewand. Man sieht in der Gegend *a.* wirkliche Umbiegungen isolirter Fasern, dagegen bei *b.* nur verästelte, bläschenenthaltende Nervenmaschen. Ebenso stellt sich ein Stück Mesenterium dar, so daß diese Zeichnung beide Theile zugleich abbildet.

Fig. 7. Typus aller Papillennerven, schematisch ausgedrückt. *a.* Die peripherischen Nervenumbiegungen. *b.* Die impressionable Zwischen- oder Eistoffschicht, welche von den zarten Gefäßnetzen *d.* mittelst Exosmose und Endosmose stets gegenwärtig gehalten wird. *c.* Die Lage Epithelium- oder Epidermisbläschen, welche von der Eistoffschicht stets gebildet und abgestoßen wird. —

Druck von Ernst August Huth.